

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ENERGETICKÉ HODNOCENÍ BYTOVÉHO
DOMU

ENERGY EVALUATION OF APARTMENT BUILDING.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

Bc. Tomáš Fečer

AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE

Ing. PAVEL ADAM, Ph.D.

SUPERVISOR

BRNO 2017



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

STUDIJNÍ PROGRAM	N3607 Stavební inženýrství
TYP STUDIJNÍHO PROGRAMU	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
STUDIJNÍ OBOR	3608T001 Pozemní stavby
PRACOVÍŠTĚ	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

DIPLOMANT	Bc. Tomáš Fečer
NÁZEV	Energetické hodnocení bytového domu
VEDOUCÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE	Ing. Pavel Adam, Ph.D.
DATUM ZADÁNÍ	31. 3. 2016
DATUM ODEVZDÁNÍ	13. 1. 2017

V Brně dne 31. 3. 2016

.....
doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu



.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální legislativa ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ (ZADÁNÍ, CÍLE PRÁCE, POŽADOVANÉ VÝSTUPY)

Práce bude zpracována v souladu s platnými předpisy (zákony, vyhlášky, normy), pro navrhování technických zařízení a staveb.

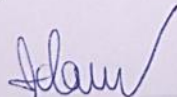
Obsah a uspořádání práce bude dle směrnice FAST, tj. následovně:

- a) titulní list,
- b) zadání VŠKP,
- c) abstrakt v českém a anglickém jazyce, klíčová slova v českém a anglickém jazyce,
- d) bibliografická citace VŠKP dle ČSN ISO 690,
- e) prohlášení autora o původnosti práce, podpis autora,
- f) poděkování (nepovinné),
- g) obsah,
- h) úvod,
- i) vlastní text práce, tj.:
 - A. Teoretická část
 - literární rešerše ze zadaného tématu, rozsah 15 až 20 stran;
 - cíle práce;
 - zvolené metody řešení.
 - B. Výpočtová část:
 - průkaz energetické náročnosti budovy dle vyhlášky 78/2013 Sb.;
 - energetický audit budovy dle vyhlášky 480/2012 Sb.
 - C. Aplikace výpočetní techniky:
 - počítačové modelování budovy, která je předmětem auditu (dynamické modelování, s hodinovým krokem výpočtu)/modelování vybraných fyzikálních dějů.
 - j) závěr,
 - k) seznam použitých zdrojů,
 - l) seznam použitých zkratk a symbolů,
 - m) seznam příloh,
 - n) přílohy – výkresy

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



Ing. Pavel Adam, Ph.D.

Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Diplomová práca sa zaoberá energetickým auditom bytového domu, ktorý sa nachádza v Brne v Juhomoravskom kraji. Teoretická časť sa sústreďí na legislatívu v ČR, metódy energetického hodnotenia budov a škodlivín vnútorného mikroklimy.

Nasledujúca časť je zameraná na spracovanie energetického auditu bytového domu. Súčasťou energetického auditu je návrh opatrení. Z navrhnutých opatrení sú vytvorené varianty, pričom z ekonomického a ekologického hľadiska sa hľadá tá najúspornejšia

Posledná časť je venovaná k aplikácii výpočtovej techniky. Tu sú popísané použité počítačové programy na vytvorenie 3D modelu, výpočet tepelných strát a súčiniteľov prestupu tepla kvazistacionárnou metódou. Ako posledná je popísaná podrobná ročná numerická simulácia bytového domu.

PREFACE

A goal of this Master's Thesis is an energy audit of an apartment building situated in Brno, the southmoravian region. The theoretical part is focused on a Czech Republic legislation, methods of an energy evaluation of houses and injurants of an internal microclimate.

In the next part the main focus is on a processing of the energy audit of the apartment building. One of details of this processing is a design of precautions. From these, variants are created, focusing to choose the most economical and ecological one.

The last part of this Master's Thesis is devoted to an usage of available software applications. Here are described computer programs, used for a creation of a 3D model. Also, a description of a calculation of thermal loses and the calculation of coefficients of heat transfer using a quasi-stationary technique is present.

At the end a detailed description of one year simulation of the apartment building is provided.

KĽUČOVÉ SLOVÁ

Energetický audit, úsporné opatrenia, preukaz energetickej náročnosti budov,
podrobná numerická simulácia

KEYWORDS

Energy audit, energy saving, certificate of energy performance of buildings,
detailed numerical simulation

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Bc. Tomáš Fečer *Energetické hodnocení bytového domu*. Brno, 2017. 127 s., 78 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Pavel Adam, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 10. 1. 2017

Bc. Tomáš Fečer

autor práce

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 10. 1. 2017

Bc. Tomáš Fečer

autor práce

Podakovanie

Týmto chcem poďakovať svojím rodičom, že mi umožnili štúdium na vysokej škole a vedúcemu diplomovej práce Ing. Pavlovi Adamovi, Ph. D. za rady a pripomienky. Ďalej by som chcel poďakovať Ing. Josefovi Pláškov, Ph.D., za vecné rady a pripomienky pri výpočtoch numerickej simulácie. Taktiež by som chcel poďakovať spoločnosti PROTECH s. r. o. Nový Brod, za poskytnutie licencie v ich výpočtovom programe .

Obsah

Úvod	15
A. Teoretická část	16
1. Legislativa a dotačné tituly týkajúce sa energetických auditov budov ČR 17	
1.1. Legislativa v ČR.....	17
1.1.1. Energetický špecialista	17
1.1.2. Energetický audit	18
1.2. Dotačné tituly v ČR	19
1.2.1. Rodinné domy	19
1.2.2. Bytové domy	20
1.2.3. Budovy verejného sektoru	20
1.2.4. Podnikateľské subjekty	21
2. Metódy energetického hodnotenia budov	21
2.1. BREEAM	21
2.2. LEED	22
3. Škodliviny vnútornej mikroklímy budov.	23
3.1. Oxid uhličitý	23
3.2. „Vlhkosť vzduchu”	25
1.1.3 Zápachy (odéry)	26
1.1.4 Toxické škodliviny	26
1.1.5 Aerosólové škodliviny	27
1.1.6 Mikrobiálne škodliviny	28
1.1.7 Ionizačné škodliviny	29
B. Výpočtová časť – Energetický audit	30
4. TITULNÝ LIST.....	30
5. IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE	32
5.1. Vlastník predmetu energetického auditu	32
5.2. Predmet energetického auditu.....	32
6. POPIS STÁVAJÚCEHO STAVU.....	32

6.1.	Popis predmetu energetického auditu	32
6.1.1.	Charakteristika hlavných činností	34
6.1.2.	Popis technických zariadení, systémov a budov	34
6.1.3.	Situačný plán	38
6.2.	Energetické vstupy za predchádzajúce 3 roky	40
6.3.	Vlastné zdroje energie	42
6.4.	Rozvody energie	44
6.4.1.	Rozvody pre vykurovanie	44
6.4.2.	Rozvody teplej a studenej vody	44
6.4.3.	Rozvody plynu	45
6.4.4.	Rozvody elektrickej energie	46
6.5.	Významné spotrebiče energie	46
6.6.	Tepelne technické vlastnosti budovy	46
6.6.1.	Nepriesvitné konštrukcie	47
6.6.2.	Priesvitné konštrukcie	49
6.7.	Systém manažmentu hospodárenia energií podľa ČSN ISO 50001	49
7.	VYHODNOTENIE STÁVAJÚCEHO STAVU	50
7.1.	Vyhodnotenie účinnosti využitia energie	50
7.1.1.	V rozvodoch tepla	50
7.1.2.	Vo významných spotrebičoch energie	50
7.2.	Vyhodnotenie tepelne technických vlastností stavebných konštrukcií budovy	51
7.2.1.	Nepriesvitné konštrukcie	52
7.2.2.	Priesvitné konštrukcie	53
7.2.3.	Porovnanie priemerného súčiniteľa prestupu tepla budovy	54
7.2.4.	Tepelné straty budovy	54
7.2.5.	Model energetickej potreby budovy	55
7.3.	Vyhodnotenie úrovne systému manažmentu hospodárenia energií	58
7.4.	Celková energetická bilancia	59

8. NÁVRHY JEDNOTLIVÝCH OPATRENÍ KU ZVÝŠENIU ÚČINNOSTI POUŽITIA ENERGIE	60
8.1. Opatrenie č. 1	60
8.1.1. Názov a popis opatrenia	60
Zateplenie obvodového plášťa budovy	60
8.1.2. Ročné úspory energie	61
8.1.3. Náklady na realizáciu	62
8.2. Opatrenie č. 2	62
8.2.1. Názov a popis opatrenia	62
Výmena výplní otvorov	62
8.2.2. Ročné úspory energie	63
8.2.3. Náklady na realizáciu	64
8.3. Opatrenie č. 3	64
8.3.1. Názov a popis opatrenia	64
Zateplenie strešnej konštrukcie	64
8.3.2. Ročné úspory energie	65
8.3.3. Náklady na realizáciu	66
8.4. Opatrenie č. 4	66
8.4.1. Názov a popis opatrenia	66
Zateplenie podlahy nad suterénom a komunikačným priestorom	66
8.4.2. Ročné úspory energie	67
8.4.3. Náklady na realizáciu	68
8.5. Opatrenie č. 5	69
8.5.1. Názov a popis opatrenia	69
Výmena rozvodov teplej úžitkovej vody	69
8.5.2. Ročné úspory energie	69
8.5.3. Náklady na realizáciu	70
9. VARIANTY OPATRENÍ KU ZVÝŠENIU ÚČINNOSTI	71
9.1. Popis navrhovaných variant	73
1.2. Varianta č.2	73
9.1.1. Ročné úspory energie	73

9.1.2.	Investičné náklady na realizáciu	74
9.2.	Ekonomické vyhodnotenie navrhnutých variant.....	75
9.3.	Ekologické vyhodnotenie navrhnutých variant	77
9.4.	Stanovenie okrajových podmienok	77
9.5.	Celková energetická bilancia	78
10.	VÝBER OPTIMÁLNEJ VARIANTY.....	78
10.1.	Na základe výsledkov ekonomického vyhodnotenia.....	78
10.2.	Podľa kritérií dotačných programov	79
11.	DOPORUČENIE ENERGETICKÉHO ŠPECIALISTU.....	79
11.1.	Popis optimálnej varianty	79
11.2.	Ročné úspory energie	79
	Spotreba tepla sa ročne zníži o 426,3 GJ, tým sa ušetrí 289 884 Kč. Hodnoty	79
11.3.	Náklady v tis. Kč na realizáciu	80
11.4.	Upravená energetická bilancia pre optimálnu variantu	80
11.5.	Ekonomické a ekologické vyjadrenie pre optimálnu variantu 81	
11.6.	Návrh vhodnej koncepcie systému manažmentu hospodárenia s energiou	81
11.7.	Popis okrajových podmienok pre optimálnu variantu	81
12.	EVIDENČNÝ LIST ENERGETICKÉHO AUDITU	82
13.	PREUKAZ ENERGETICKEJ NÁROČNOSTI BUDOVY	88
C.	Aplikácia výpočtovej techniky	104
14.	SketchUp Make 2016.....	105
15.	Protech.....	107
16.	BSim 2002	108
16.1.	Úvod.....	108
16.2.	Konštrukcie bytového domu.....	109
16.3.	Geometria, zóny bytového domu a okrajové podmienky ..	110
16.3.1.	Geometria	110
16.3.2.	Zóny bytového domu	111

16.3.3.	Zadané okrajové podmienky jednotlivých zón	112
16.3.3.1.	<i>Podrobne zadané okrajové podmienky Zóny A.....</i>	<i>112</i>
16.3.3.2.	<i>Zadané okrajové podmienky všetkých zón</i>	<i>117</i>
16.3.4.	Zadané okrajové podmienky exteriéru.....	118
16.4.	Výpočet a výstupy z programu BSim 2002	118
16.4.1.	Výpočet	118
16.4.2.	Výstupy	118
16.4.2.1.	Výsledky numerickej simulácie pre zónu A	119
16.4.2.2.	Výsledky numerickej simulácie pre všetky zóny.....	121
17.	Porovnanie výsledkov numerickej simulácie s reálnou spotrebou bytového domu.....	122
18.	Záver	123
19.	Zoznam použitých skratiek a symbolov	124
20.	Zoznam použitej literatúry.....	125
21.	Zoznam príloh	127

Úvod

Diplomová práce sa zaoberá energetickou náročnosťou budov a je zložená z troch častí

Časť prvá sa sústreďí na legislatívu v ČR, metódy energetického hodnotenia budov a škodlivín vnútorného mikroklimy.

Časť druhá sa zaoberá výpočtom energií a spracovaním energetického auditu posudzovaného bytového domu. Pre bytový dom sú navrhnuté jednotlivé opatrenia na:

- zlepšenie tepelne – technický vlastností
- výmena celej alebo len určitej časti technického zariadenia budovy.

Tieto opatrenia sú ďalej kombinované do jednotlivých variánt. Úspory a náklady na realizáciu týchto variánt sú porovnávané medzi sebou a na základe ekonomických (NPV) a ekologických (CO_2) ukazovateľov je vybraná najúspornejšia varianta. Výstupom tejto je časti je spracovaný energetický audit, ktorého súčasťou je i evidenčný list a preukaz energetickej náročnosti budovy

Časť tretia sa zaoberá aplikáciou výpočtovej techniky. Na vytvorenie 3D vizualizácie pre výpočet a spätnú kontrolu plôch jednotlivých častí konštrukcií bytového domu, je použitý počítačový program SketchUp Make 2016. Na výpočet súčiniteľov prestupu tepla U [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$] a tepelných strát Q_C [kW] bytového domu je použitý počítačový program spoločnosti PROTECH s. r. o. Nový Bór. Ďalej je vytvorený model bytového domu v počítačovom programe BSim 2002, v ktorom prebieha podrobná numerická simulácia na základe klimatických dát z roku 2013. Výpočet spotreby energie, ktorý je jedným z výstupov počítačového programu je porovnaný s reálnou spotrebou energie (faktúry z roku 2013). Klimatické dáta sú z meteorologickej stanice umiestnenej v priestoroch Vysokého učenia technického Fakulty Stavebnej v Brne.

A. Teoretická část

1. Legislatíva a dotačné tituly týkajúce sa energetických auditov budov ČR

1.1. Legislatíva v ČR

- Zákon Č 406/2000 Sb. – zákon o hospodárení energií

Zákon stanovuje opatrenia pre zvýšenie hospodárnosti využitia energie a povinnosti fyzických a právnických osôb pri nakladaní s energiami, ďalej pravidlá pre tvorbu Štátnej energetickej koncepcie, Územnej energetickej koncepcie a Štátneho programu na podporu úspor energie a využitia obnoviteľných zdrojov energie a požiadavky na ekodesign energetických spotrebičov [1].

Súvisiace vyhlášky:

- vyhláška č.118/2013 Sb. – vyhláška o energetických špecialistoch
- vyhláška č. 480/2012 Sb. – vyhláška o energetickom audite a energetickom posudku.
 - novela č. 309/2016 Sb.
- vyhláška č. 78/2013 Sb. – vyhláška o energetickej náročnosti budov

1.1.1. Energetický špecialista

Energetický špecialista je (podľa § 10 zákona č. 406/2000 Sb., o hospodárení energií) fyzická osoba, ktorá je držiteľom oprávnenia udeleného ministerstvom priemyslu a obchodu k:

- a) spracovaniu energetického auditu a energetickom posudku,
- b) spracovanie preukazu energetickej náročnosti budovy,

- c) vykonávanie kontroly prevádzkových kotlov a rozvodov tepelnej energie
- d) vykonávanie kontroly klimatizačných systémov

1.1.2. Energetický audit

Energetický audit (EA) je súbor činností , ktorý sa spracováva:

- pre budovy a prevádzky s väčšou spotrebou energie, kde to vyžaduje zákon č. 406/2000 o hospodárení energií
- pre potreby získania dotácií či úveru na projekt (zateplenie budovy, inštalácia obnoviteľných zdrojov apod.)
- pri plánovaní rekonštrukcií budov, hľadanie úspor energie vo výrobných a ďalších prevádzkach

Cieľom EA je :

- zvýšenie ekonomiky používania posudzovaného objektu – finančná úspora
- zníženie dopadu užívania stavby na životné prostredie – zníženie emisných látok vznikajúcich pri spaľovaní neobnoviteľných zdrojov
- návrh využitia nových obnoviteľných zdrojov

Povinnosť spracovať energetický audit ukladá zákon o hospodárení energií č. 406/2000 Sb. a to pre:

- pre fyzické a právnické osoby od celkovej ročnej spotreby energie stanovenej vo výške **35 000 GJ** (9 722 MWh) za rok ako súčet za všetky budovy, pre jednotlivé budovy alebo energetické hospodárstva, ktoré majú spotrebu vyššiu než **700 GJ** (194 MWh) [2].
- pre organizačné zložky štátu, kraje, obce a ich príspevkové organizácie od celkovej ročnej spotreby stanovenej vo výške **1500 GJ** (416,67 MWh), pre jednotlivé budovy alebo energetické hospodárstva, ktoré majú spotrebu vyššiu než **700 GJ** (194 MWh) [2].

Obsahom EA je:

- a) titulný list,
- b) identifikačné údaje,
- c) popis pôvodného stavu predmetu energetického auditu,
- d) vyhodnotenie pôvodného stavu predmetu energetického auditu,
- e) návrhy opatrenia k zvýšeniu účinností využitia energie
- f) varianty z návrhu jednotlivých opatrení
- g) výber optimálnej varianty
- h) odporúčenie energetického špecialistu oprávneného spracovávať energetický audit
- i) evidenčný list energetického auditu
- j) kópiu dokladu o vydaní oprávnenie podľa § 10b zákona č. 406/2000 Sb.

1.2. Dotačné tituly v ČR

Dotačné tituly sú popísané k dátumu 10.1.2017

1.2.1. Rodinné domy

Pre rodinné domy sú určené dotačné programy :

- NZU – nová zelená úsporám
- Kotlíková dotácia

1.2.1.1. NZU – nová zelená úsporám

Tretia výzva k podávaniu žiadostí o podporu v programe NZU, zahŕňa nasledujúce oblasti podpory [3]:

- A. Znižovanie energetickej náročnosti postavených rodinných domov
- B. Výstavba rodinných domov s veľmi nízkou energetickou náročnosťou

C. Efektívne využitie zdrojov energie

Ukončenie príjmu žiadostí je do vyčerpania stanovenej alokácie alebo najneskôr do 31.12.2021

1.2.1.2. Kotlíková dotácia

Kotlíková dotácie je dotovaná Ministerstvom životného prostredia a štátnym fondom životného prostredia. Celkom je uvoľnených deväť miliárd korún. Dotácia je zameraná na výmenu starých kotlov za ekologické kotle alebo tepelné čerpadlá[4].

1.2.2. Bytové domy

Pre bytové domy sú určené dotačné programy:

→ NZU – nová zelená úsporám

1.2.2.1. NZU – nová zelená úsporám

Dotačný program sa delí podľa lokality a to [5] [6]:

- pre Prahu – druhá výzva pre bytové domy v Prahe
- pre ostatné územie – tretia výzva pre bytové domy v ČR

Druhá výzva pre bytové domy zahŕňa nasledujúce oblasti podpory:

- A. Znižovanie energetickej náročnosti postavených bytových domov
- C. Efektívne využitie zdrojov energie

Tretia výzva pre bytové domy zahŕňa nasledujúce oblasti podpory:

- B. Výstavba bytových domov s veľmi nízkou energetickou náročnosťou

1.2.3. Budovy verejného sektoru

→ Ministerstvo životného prostredia – 3 výzva

Oproti druhej výzve , ktorá bola určená pre budovy poskytujúce zdravotnú kúpeľnú liečebnú rehabilitačnú starostlivosť je možné žiadať v tretej výzve dotáciu i na nevyužívané verejné budovy [7] .

1.2.4. Podnikateľské subjekty

→ OPPIK – úspory energie (pre malé, stredné a veľké podniky)
Dotačný program je určený na znižovanie energetickej náročnosti výroby (úspory energie) a obmedzenie výdajov za energie v podnikoch. Dotácie je možné čerpať taktiež na výmenu starých technológií za úspornejšie. Program je určený pre malé a stredné podniky ale i veľké firmy [8].

2. Metódy energetického hodnotenia budov

2.1. BREEAM

Systém BREEAM (British Research Establishment's Environmental Assessment) vznikol pred viac než 22 rokmi na území Veľkej Británie vo výskumnej spoločnosti BRE. Spoločnosť funguje ako certifikačný orgán. Na celom svete má certifikát BREEAM približne 200 000 rodinných domov a približne 6 000 administratívnych budov. Systém BREEAM pracuje z národnými predpismi a požiadavkou miestnych noriem. Na území ČR sa zatiaľ používa podtyp BREEAM Europe Commercial, ktorý je možný aplikovať na objekty administratívne, obchodné a výrobné [9].

V súčasnosti dokonca už existujú národné verzie BREEAM pre Holandsko, Nórsko, Švédsko a Španielsko a dá sa očakávať, že metóda prerastie do európskeho systému hodnotenia udržateľnej výstavby.

Systém hodnotenia budovy je založený na hodnotení desiatich oblastí s rôznou ekologickou váhou: manažment (12%), zdravie (15%), energie (19%), transport (8%), voda (6%), materiály (12,5%), odpady (7,5%),

využitie pôdy a ekológia (10%), znečistenie (10%) a inovácie (10%).
Výsledné hodnotenie projektu je deklarované v nasledovnej stupnici [10] :

Nezaradená (Unclassified) < 30%

Priechodná (Pass) $\geq 30\%$

Dobrá (Good) $\geq 45\%$

Veľmi dobrá (Very good) $\geq 55\%$

Vynikajúca (Excellent) $\geq 70\%$

Mimoriadne výnimočná (Outstanding) $\geq 85\%$

2.2. LEED

Systém LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) vznikol v roku 2000 v Spojených štátoch amerických. Administratívnych budov s certifikátom LEED je približne 9 000. Systém LEED pracuje s americkými normami ASHRAE. Na území ČR sa najčastejšie používa systém LEED Core and Shell, ktorý je určený pre tzv. špekulatívnu výstavbu, kde je viac než 50 % plôch určených k prenájmu. V prípade, je k prenajatiu určených menej než 50 % plôch, používa sa podtyp LEED for New Construction. Certifikáciu udeľuje americký certifikačný orgán GBCI (GREEN Building Certification Institute) [9].

Systém hodnotenia budovy je založený na hodnotení šiestich oblastí s rôznym počtom bodov: udržateľný pozemok (28), efektívnosť využitia vody (10), energie a atmosféra (37), materiály a zdroje (13), kvalita vnútorného prostredia (12), inovácie (6) a regionálne priority (4). Výsledné hodnotenie projektu je deklarované v nasledovnej stupnici [10]:

Certifikovaná (Certified) – 40 - 49 bodov

Strieborná (Silver) – 50 - 59 bodov

Zlatá (Gold) – 60 - 79 bodov

Platinová (Platinum) – 80 a viac bodov

Rozvoj systémov hodnotenia BREEAM a LEED v ČR je spôsobený hlavne zahraničnými investormi veľkých administratívnych stavieb, nakoľko sú zvyknutý na vysoký štandard kvality budov.

3. Škodliviny vnútornej mikroklímy budov.

Mikroklíma je klíma malej oblasti, ktorá sa vplyvom rôznych špecifik líši od klímy okolitého prostredia. Na kvalitu mikroklímy vnútorného vzduchu v interiéri, vplýva veľa faktorov. Jedným s faktorov vnútornej mikroklímy je výmena vzduchu. Výmenu vzduchu v starších budovách z časti zabezpečovala infiltrácia vzduchu, spôsobená netesnosťami výplni otvorov budovy. V dnešnej dobe sa tieto výplne otvorov nahrádzajú novými, pričom dochádza k cielenému zamedzeniu infiltrácie budovy a tým i šetrením energií. Užívatelia budovy ale už zabúdajú túto funkciu, ktorú zabezpečovala infiltrácia plniť vetraním obytných priestorov. Tým dochádza k nechcenému vzrastu škodlivín.

3.1. Oxid uhličitý

Oxid uhličitý (CO_2), bezfarebný plyn bez chuti, sa nachádza všade okolo nás. Vo voľnej prírode sa jeho koncentrácia pohybuje do hodnoty 400 ppm. Avšak iná situácia nastáva v uzavretých priestoroch, kde sa jeho hodnoty pohybujú v rádovo vyšších číslach. Najväčší podiel na zvyšovaní CO_2 v obytných priestoroch ma človek, pretože je jeho produktom dýchania.

Vydychovaný vzduch obsahuje pri teplote 34-36 °C približne 4 obj. % CO_2 a 5 obj. % vodnej pary H_2O (ďalej obsahuje 75% dusíku a 16% kyslíku). Nakoľko podľa hygienických smerníc najvyššia prípustná koncentrácia CO_2 v miestnosti je 0,5 obj. % zo zreteľom k ďalším škodlivinám, ktoré vydychovaní oxid uhličitý spravidla doprevádzajú,

koncentrácia CO_2 , pri trvalom pobyte človeka v miestnosti nemá prekročiť hodnotu 0,15 obj. % (to je tzv. Pattenkoferovo hygienické pravidlo). Pokiaľ koncentrácia CO_2 prekročí túto hodnotu, vzduch sa považuje za znehodnotený [13].

Tab. 3-1 Vplyv oxidu uhličitého na ľudský organizmus [11].

Koncentrácia CO_2	Účinky na ľudský organizmus
330 - 370 ppm	~ vonkajšie prostredie
450 - 1000 ppm	~ dobrá úroveň, príjemný pocit
1000 - 2000 ppm	~ pocit ospalosti a horšieho vzduchu
2000 - 5000 ppm	~ možné bolesti hlavy, nižšia schopnosť koncentrácie, znížená pozornosť
> 5000 ppm	~ pocit ťažkého vzduchu a nevoľnosti, zvýšený tep
> 15 000 ppm	~ potiaže s dýchaním
> 30 000 ppm	~ bolesti hlavy, závrate a nevoľnosť
> 60 000 - 80 000 ppm	~ letargia a strata vedomia

Tab. 3-2 Telesné zaťaženie človeka : produkcia tepla a vodnej pary [12].

Fyzické zaťaženie	CO_2	[l/h]	t [°C] vzduchu					
			10	15	20	25	30	35
Človek v kľude	23							
Celkové teplo		W	163	146	116	93	93	93
Vodná pára		g/h	30	40	40	50	75	115
Ľahká práca	25							
Celkové teplo		W	180	157	151	146	146	146
Vodná pára		g/h	40	55	75	115	150	200
Str. ťažká práca	45							
Celkové teplo		W	215	210	204	198	198	198
Vodná pára		g/h	70	110	140	185	230	280

3.2. „Vlhkost' vzduchu”

Atmosférický vzduch je zmesou kyslíka, dusíka, vodnej páry, pomerne malého množstva niekoľkých ďalších plynov a tuhých prímiesí (prachu, dymu, peľu z kvetín apod.), ktorých obsah značne kolíše predovšetkým podľa počasia a miesta [12].

Suchý vzduch má schopnosť pohlcovať isté množstvo páry, v závislosti od teploty a barometrickom tlaku. Vzduch, ktorý nás obklopuje a ktorý dýchame, nazývame barometrickým. Je zmesou suchého vzduchu a malého množstva vodnej páry [12].

Vlhkosť vzduchu je obsah množstva vody vo vzduchu vyjadrená v percentách (0-100%). V určitých hodnotách je pre ľudí a obytné miestnosti prospešná. Z hľadiska optimálneho komfortu vnútorného vzduchu sa posudzuje relatívna vlhkosť. Relatívna vlhkosť vyjadruje stupeň nasýtenia vzduchu vodnou parou. Optimálne rozmedzie relatívnej vlhkosti vzduchu je 40 - 60 %. Nad touto hranicou vznikajú na najchladnejších miestach v obytných miestnostiach plesne a baktérie. Naopak pod touto hranicou dochádza k tvorbe prachu a k vysušovaniu sliznice v nose, v ústach a v očiach, ktoré sú neskôr náchylnejšie na infekcie.

Tab. 2-3 Hodnoty produkcie vodnej pary. [14]

Zdroje vodní páry	Produkce vodní páry [g.l ⁻¹]
Koupel ve vaně	700
se sprchou	2600
Vaření – teplá jídla	600 až 1500
Vaření – denní průměr	100
Sušení prádla – odstředěného pračkou	50 až 200
Sušení prádla – mokrého, kapajícího	100 až 500
Pračka	300
Žehlení prádla	200
Pokojové rostliny	5 až 20
Provoz plynového sporáku – spalování plynu	1500 g na 1 m ³ plynu
Vytírání podlahy, mokré čištění	1 000
Člověk v klidu	30
Lehká práce	40 až 200
Středně těžká práce	120 až 200
Těžká práce	200 až 300

1.1.3 Zápachy (odéry)

Odérové látky sú plynné zložky ovzdušia vnímané ako pachy (vône alebo zápachy). Sú to anorganické alebo organické látky väčšinou produkované človekom samotným alebo jeho činnosťou, prípadne uvoľňované zo stavebných konštrukcií. Odéry produkované toxickými látkami sa nepovažujú za zložku odérovej mikroklímy, ale radia do toxickej mikroklímy [13].

Ich počet má v interiéroch budov rastúcu tendenciu. Ku klasickým odérom (z kozmetických, prípravkou, z prípravy jedál, fajčenia cigariet atd.) sa pridali zápachy uvoľňované z novodobých stavebných látok, hlavne z plastov (styren, formaldehyd a ďalšie) [13].

Podľa Zwaardemakerovej stupnice existuje päť základných typov odérov:

- éterické (ľudské pachy)
- aromatické (pachy rozkladajúceho sa zrelého ovocia)
- izovalerické (pach z fajčenia tabaku, pach potu)
- zažluklý (pachy mliekarenských produktov)
- narkotický (pachy rozkladajúcich sa proteínov a vône tabaku)

Odérové látky vstupujú do objektu jednak z vonkajšieho prostredia a jednak vznikajú priamo v budove- činnosťou človeka a uvoľňovaním zo stavebných materiálov. I keď zápachy priamo neohrozujú zdravie človeka, pri určitej koncentrácii spôsobujú stratu jeho výkonnosti, sústredenia, chuti a pocit nevoľnosti, preto sa odstraňujú hlavne z dôvodu psychofyziologických, ale i ekonomických a hygienických, pretože často signalizujú zvýšenú kontamináciu prostredia choroboplodnými zárodkami [3]. Stupeň zápachu ľudských pachov v obytných a zhromažďovacích priestoroch sa posudzuje podľa ľahko merateľnej koncentrácie CO₂

1.1.4 Toxické škodliviny

Zložkami toxickéj mikroklimy sú toxické plyny, tj. plynné zložky ovzdušia vyvolávajúce patologické zmeny. Sú organické a anorganické. Vstupujú do interiéru z vonkajšieho prostredia alebo vznikajú priamo v budove činnosťou človeka a uvoľňovaním zo stavebných materiálov [3].

Z vonkajšieho prostredia prichádzajú oxidy síry(SO_2 a SO_3), oxidy dusíku (NO_x), oxid uhoľnatý (CO), ozón (O_3) a niektoré uhl'ovodíky SO_2 a SO_3 sú produktom spaľovania fosílnych palív obsahujúcich síru. NO_x vznikajú najčastejšie pri horení za vyšších teplôt z atmosférického dusíku – v dieselových motoroch, v kotolniach teplární, elektrární a pri horení plynov v priemyselných i domácich spotrebičoch. CO produkujú hlavne benzínové motory a ohniska s nedokonalým spaľovaním. Zdrojom O_3 sú najčastejšie blesky a do interiéru vstupujú ako súčasť oxidatívneho smogu. Zdrojom uhl'ovodíkov je predovšetkým doprava- emisie z výfukov motorových vozidiel a pohonné látky vyparujúce sa z nádrží. V interiéri budov vznikajú toxické plyny činnosťou človeka a uvoľňovaním zo stavebných látok. Zo stavebných látok sa môže uvoľňovať formaldehyd, styrén a zmesi rôznych organických látok. Plastické látky interiéru môžu byť zdrojom ďalších toxických plynov, napr. z polystyrénu sa uvoľňuje styrén. [13].

Kvantitatívne hodnotenie škodlivín – škodliviny sa vyskytujú v ovzduší v určitých koncentráciách, ktoré sa vyjadrujú:

- hmotnostne (mg/m^3)
- objemovo (obj. %), ($\text{ppm} = 1\text{cm}^3/\text{m}^3$, $\text{ppm} = \text{parts per milion}$)
- počet častíc v objemovej jednotke (pri prachu) [13].

1.1.5 Aerosólové škodliviny

Aerosóly sú tuhé alebo kvapalné častice, veľmi jemne rozptýlené v ovzduší. Mikróby sú zvláštne druhy mikroklimy a zaradujeme ich do mikrobiálnej mikroklimy. I rádiaoaktívny aerosól je zložkou zvláštneho druhu mikroklimy – ionizačného [13].

Tuhé aerosóly, bežne nazývané prach, vznikajú mimo iného aj pri činnosti človeka, napr. pri opracovaní tuhých materiálov, pri spaľovaní

rôznych organických látok alebo pri oxidácii anorganických látok . Podľa účinkov na organizmus na organizmus môžeme ich pôsobenie rozdeliť na fyzikálne, chemické, fyzikálne – chemické a biologické. Prachové častice môžu byť nosičom toxických alebo mikrobiálnych škodlivín a navyše aj nosičom elektromagne-tického náboja, ktorý vo značnej miere ovplyvňuje i ich pohyb. Aerosóly mechanicky pôsobia na pokožku, vo spojivovom vaku, na sliznici, blokováním

lymfatických ciest v pľúcach a pod. Pri ďalšej expozícií pôsobia dráždivo a výsledkom sú nešpecifické zápalové zmeny kože, spojiviek a slizníc v závislosti na chemickom zložení častíc, ich množstve, veľkosti, tvare, hĺbky pôsobenia a individuálnej reakcie [13].

1.1.6 Mikrobiálne škodliviny

Mikrobiálne škodliviny tvoria mikroorganizmy (baktérie, víry, plesne apod.), ktoré sa nachádzajú v ovzduší a môžu vyvolať infekčné ochorenie a alergické alebo toxické prejavy. Ich nositeľom môžu byť tuhé alebo kvapôčkové aerosóly. Vzduch v uzavretých miestnostiach, hlavne v tých, kde sa zhromažďuje väčší počet ľudí, vždy obsahuje i choroboplodné zárodky (baktérie, víry, plesne a iné) [13].

Biologické činitele sa triedia podľa miery rizika infekcie do štyroch skupín:

- biologický činiteľ skupiny 1, pri ktorom nie je pravdepodobné , že by mohol spôsobiť ochorenie človeka
- biologický činiteľ skupiny 2 , ktorý môže spôsobiť ochorenie človeka a môže byť nebezpečným pre zamestnancov
- biologický činiteľ skupiny 3, ktorý môže spôsobiť závažné ochorenie človeka a predstavuje závažné nebezpečenstvo pre zamestnancov, taktiež i z hľadiska možnosti rozšírenia mimo pracovisko
- biologický činiteľ skupiny 4. Ktorý spôsobuje u človeka závažné ochorenie, je nebezpečný pre zamestnancov a predstavuje rozšírenie

do prostredia mimo pracoviska, pričom nie je dostupná účinná liečba alebo profylaxia [13].

1.1.7 Ionizačné škodliviny

Ionizačná mikroklíma je zložka prostredia tvorená tokmi ionizujúceho žiarenia, ktoré produkujú prirodzené rádioaktívne látky alebo umelé zdroje [3].

Zdrojom ionizujúceho žiarenia sú rádioaktívne látky vstupujúce do interiéru budovy z vonkajšieho prostredia alebo vznikajúce priamo v budove- činnosťou človeka a uvoľňovaním zo stavebných konštrukcií . Väčšinou sú to plyny – radón ^{222}Rn , a jeho dcérine produkty ^{218}Po , ^{214}Pb , ^{214}Po , a radón ^{220}Rn , nazývaný i thoron (Tn) [13].

B. Výpočtová část – Energetický audit

ENERGETICKÝ AUDIT**Bytového domu****Spoločenstvo Brno Dunajská 35****Dunajská č.163/35, 625 00 Brno –Starý Lískovec**

Spracovateľ:	Bc. Tomáš Fečer
Adresa spracovateľa:	SNP 17/76, 956 41 Uhrovec
Telefón:	+420 776 540 397
Osvedčenie o zapísaní do zoznamu EA:	-
Zodpovedný energetický špecialista:	Ing. Pavel Adam, Ph. D.
Číslo oprávnenia:	-
Evidenčné číslo energetického auditu:	-
Dátum spracovania:	10.1.2017

5. IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE

5.1. Vlastník predmetu energetického auditu

Názov: Spoločenstvo Brno Dunajská 35
Sídlo: Dunajská č.163/35, 625 00 Brno – Starý Lískovec
IČ: 46399504

5.2. Predmet energetického auditu

Názov: Bytový dom
Adresa: Dunajská 163/35, 625 00 Brno – Starý Lískovec

6. POPIS STÁVAJÚCEHO STAVU

6.1. Popis predmetu energetického auditu

Predmetom energetického auditu je bytová budova, ktorá sa nachádza na ulici Dunajská 163/25 v meste Brno.

Pôdorysný tvar je členitý – pravouhlý. Bytový dom má 32 bytov. Objekt má 8 nadzemných podlaží, technický suterén a znížené inštalačné podlažie pod suterénom. (Pre účely výpočtu je toto znížené podlažie uvažované ako priľahlý nevykurovaný priestor s teplotou 5 °C). Nadzemné podlažia sú využívané ako obytné, v technickom suteréne sa nachádzajú spoločné priestory a technické vybavenie objektu. V zníženom podlaží pod suterénom sú vedené inštalácie siete. Objekt je osadený do mierne svahovitého terénu tak, že jedna pozdĺžna fasáda technického suterénu je z 2/3 pod úrovňou terénu, pri protiaľhlejšej fasáde technického suterénu podlaha nadväzuje priamo na terén.

Panelový dom pozostáva s konštrukčnej sústavy B70 – celo stenový ŽB panel celkovej hrúbky 280 mm s tepelnou izoláciou hr. 60 mm. s

Strecha je plochá jednoplášťová, s tepelnou izoláciou Polsid hrúbky 50mm. Výplne otvorov, plastové, 6 rokov staré. Uvažovaný súčiniteľ prestupu tepla výplní otvorov max. $1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$

Z dôvodu odlišných vnútorných návrhových teplôt bol bytový dom rozdelený na dve zóny. Zóna Z1, zahŕňa jednotlivé byty na podlažiach. Vnútorná návrhová teplota je 20°C . Zóna Z2 zahŕňa komunikačné priestory – schodisko. Návrhová teplota je 15°C . Bližší popis jednotlivých zón je uvedený nižšie v tabuľkách.

Tab. 6-1 Popis zóny Z1

Zóna Z1					
Podlažie	Byty	Svetlá výška (m)	Konštrukčná výška (m)	Celková čistá podlahová plocha podlažia A_{pi} (m^2)	Energeticky vzťahovaná plocha AE (m^2)
1NP	4	2,6	2,8	214,72	251,85
2 až 8NP	4	2,6	2,8	1672,44	1963,57

Tab. 6-2 Popis zóny Z1

Zóna Z1			
Čistá podlahová plocha A_{pi} (m^2)	Energeticky vzťahovaná plocha AE (m^2)	Vnútorný objem V_{mi} (m^3)	Vonkajší objem V_{me} (m^3)
1887,2	2215,42	4906,6	6690,6

Tab. 6-3 Popis zóny Z2

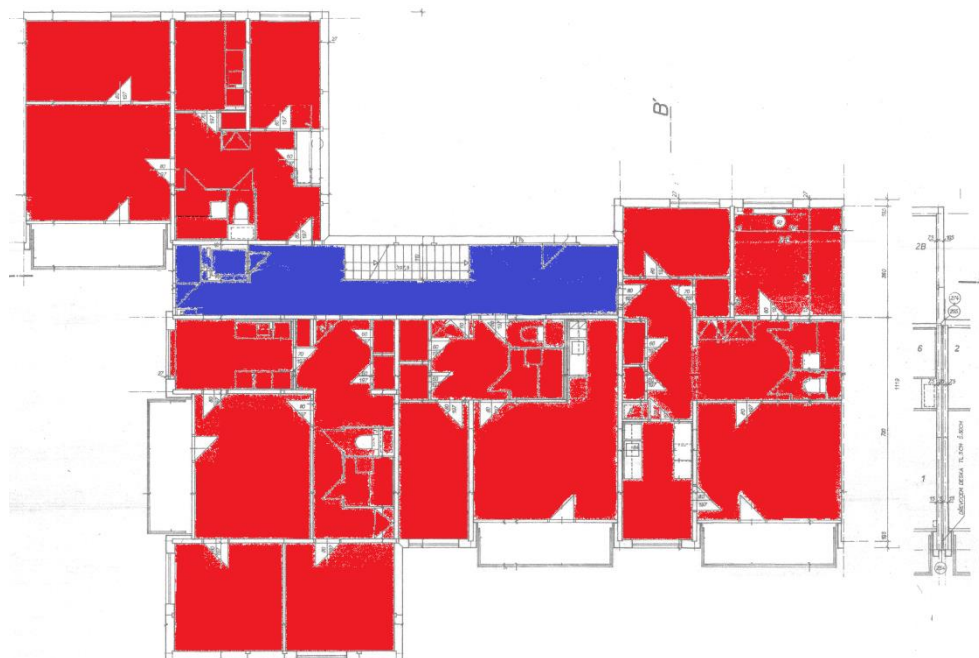
Zóna Z2			
Podlažie	Svetlá výška (m)	Konštrukčná výška (m)	Celková čistá podlahová plocha podlažia A_{pi} (m^2)
1PP	2,6	2,8	30,89
1NP	2,6	2,8	52,03
2 až 8NP	2,6	2,8	211,12

Tab. 6-4 Popis zóny Z2

Zóna Z2			
Čistá podlahová plocha A_{pi} (m^2)	Energeticky vzťahovaná plocha AE (m^2)	Vnútorný objem V_{mi} (m^3)	Vonkajší objem V_{me} (m^3)
294,0	332,33	764,5	1003,6

Celková energeticky vzťahná plocha je 2547,75 m²

Celková vnútorná podlahová plocha je 2181,2 m²



Obr. 6-1 Rozdelenie typického podlažia na zóny



Zóna Z1 (20 °C)



Zóna Z2 (15 °C)

6.1.1. Charakteristika hlavných činností

Bytová budova bola postavená koncom 80 rokov minulého storočia. V budove prebehla len výmena okenných a dverných otvorov. Na obvodových konštrukciách neboli vykonané žiadne zmeny.

6.1.2. Popis technických zariadení, systémov a budov

6.1.2.1. Vykurovanie

Dodávateľom tepla je spoločnosť Teplárne Brno, a.s. so sídlom v Brne. Zdrojom tepla je plynová bloková kotolňa dodávateľa K1 na ulici

Dunajská 47, dodávající teplo do bytových domov Dunajská 27, 29, 33, 35, 37, 41, 43 a 45. Z této kotolne je teplo vedené zemním kanálem procházejícím pod jednotlivé domy. V každém bytovom dome je regulácia (Supercal Embra) a merač tepla. Z výmenníkovej stanice odchádza teplo s výstupnou teplotou 60 °C až 80 °C. V kotolni sú tri kotle THP IN s výkonmi 2 x 600 kW a 1 x 760 kW. Ide o trojtáhové, trojkomorové kotle s plamencom a dvoma ťahmi žiarových trubiek v samostatných komorách, chladenou obratovou komorou dymovodným zberačom. Maximálny prevádzkový tlak 0,6 MPa (0,6 bar). Maximálna prevádzková teplota 110 °C Dodávateľom kotlov je firma TH, s.r.o. Ratíškovice.

Vykurovacie telesá sú liatinové rebrové. Na telesách sú osadené termostatické ventily.



Obr. 6-2 Výmenníková stanica v technickom suteréne



Obr. 6-3 Liatinové vykurovacie teleso

6.1.2.2. Príprava teplej vody

Príprava TV je riešená zásobníkovým ohrievačom TV o objeme 4000 litrov technickom suteréne. Zásobník je Drukov Brno, BLO 10 M z roku 1999. Dodávateľ tepla je rovnaký ako pri vykurovaní.



Obr. 6-4 Zásobník teplej vody – prívod a odvod od dodávateľa tepla

6.1.2.3. Rozvod elektriky

Dodávatelem elektrické energie je akciová společnost E.ON Energia, se sídlem v Českých Budějovicích

- Napáťová sústava 3+PEN / 400 V / 50 Hz, TN – C.
- Spôsob merania spotreby: elektromery v odberateľskom rozvádzači, priame meranie.
- Ochrana proti skratu a preťaženiu: ističmi.
- Ochrana proti nebezpečnému dotykovému napätiu: samočinným odpojením od zdroja.

Hlavný istič budovy sa nachádza pri vstupe do bytového domu

Na elektroinštaláciu spoločných priestorov je pravidelne robená elektrovizia. Sú tu 2 odberné miesta so sadzbou C01d a ističmi 3 x 20 A a 3 x 25 A. Rozvody elektriky sú od hlavného ističa budovy až po jednotlivé ističe do bytov vedené v medi. Od bytového ističa sú vo vnútri každého bytu vedené hliníkové rozvody.



Obr. 6-5 Merače elektriky jednotlivých bytov na podlaží



Obr. 6-6 Bytový istič

6.1.2.4. Vnútorné osvetlenie

Osvetlenie spoločných priestorov je spravené žiarovkovými svietidlami na strop a stenu. Osvetlenie je ovládané v jednotlivých bytoch manuálne. V komunikačných priestoroch sú použité manuálne vypínače s časovaním.

6.1.2.5. Vetranie

V objekte je zaistené vetranie jednak prirodzenou infiltráciou okennými škárami, v bytoch sú kuchyne a hygienické priestory (tj. kúpeľne a WC) odvetrané prieduchmi do vonkajšieho priestoru nad strechu. Náhrada odsátého vzduchu prebieha bežnými netesnosťami z okolitých priestorov

6.1.3. Situačný plán

Stavba: č. p. 163

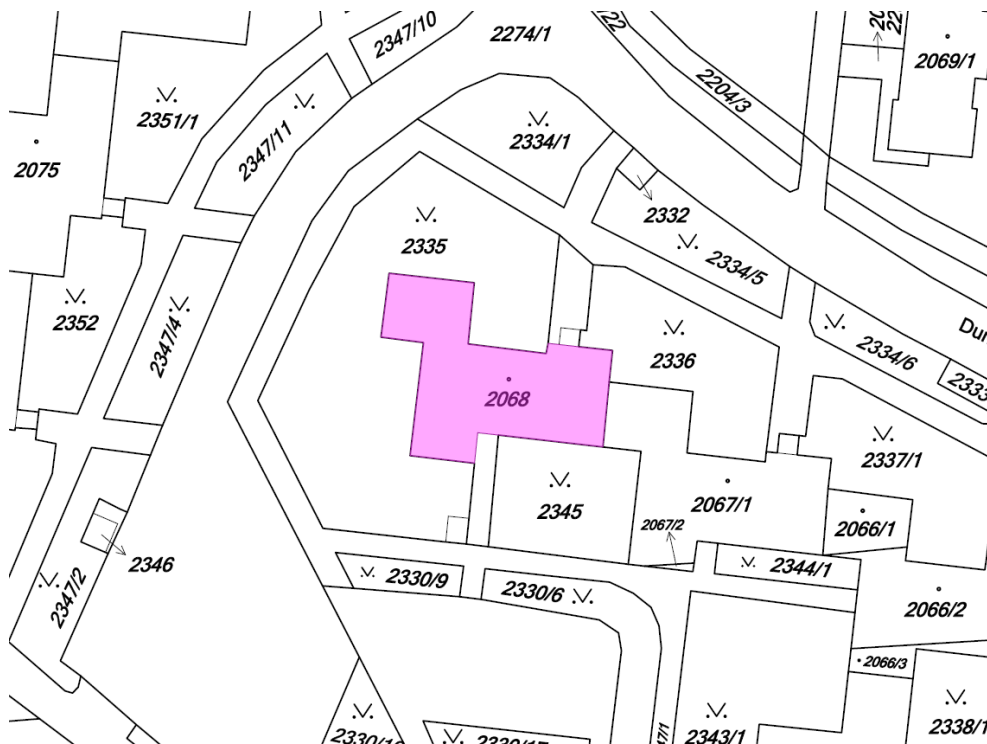
Obec: Brno

Časť obce: Starý Lískovec

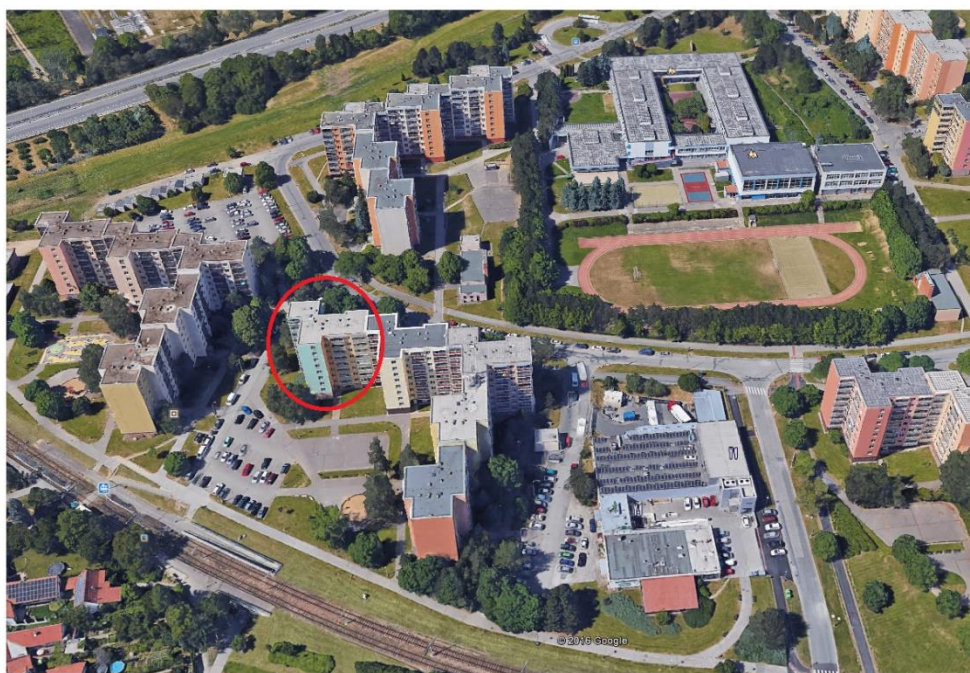
Katastrálne územie: Starý Lískovec

Adresa objektu: Dunajská 163/35, 625 00 Brno – Starý Lískovec

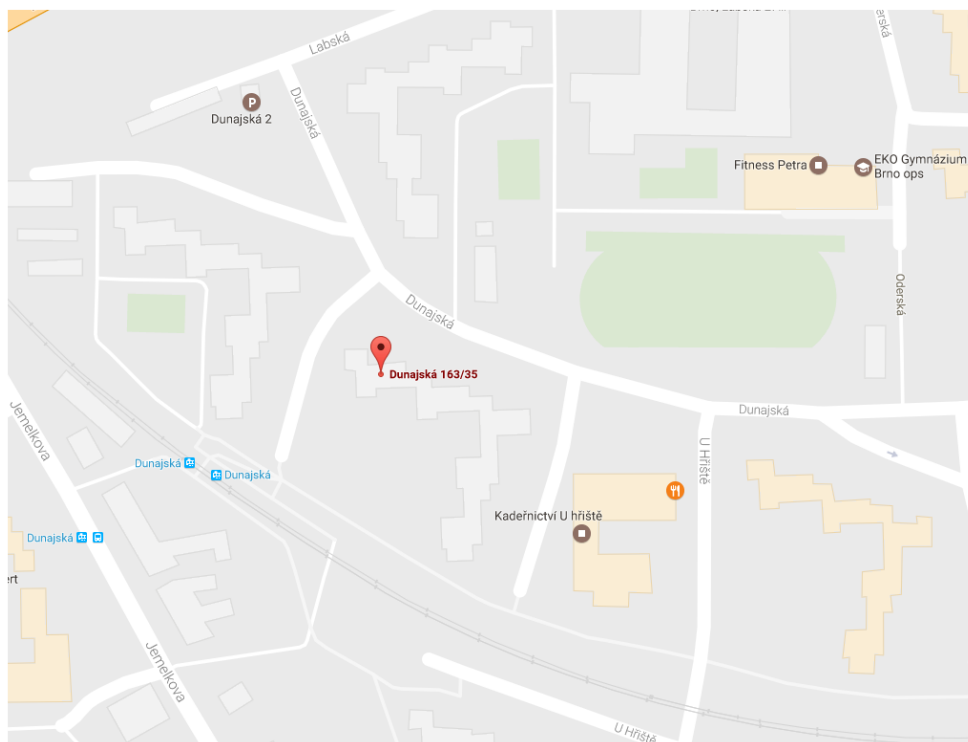
Nadmorská výška prízemí 243,9 m. n. m.



Obr. 6-7 Katastrální mapa bytového domu [15].

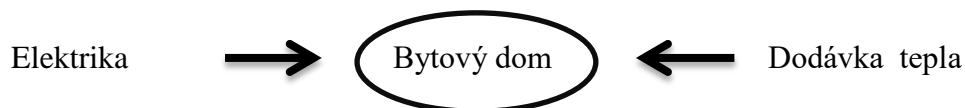


Obr. 6-8 Satelitní mapa bytového domu a jeho umístění [16].



Obr. 6-9 Topografická mapa bytového domu a jeho umístění [16].

6.2. Energetické vstupy za předcházející 3 roky



Energetické hospodárstvo v bytovom dome obsahuje nasledujúce druhy spotrebovaných energií a tými sú teplo a elektrická energia. Zdrojom tepla je teplovodná výmenníková stanica umiestnenia v technickom suteréne bytového domu. Tepelná energia sa využíva na kúrenie a prípravu teplej vody. Elektrická energia je využívaná predovšetkým na osvetlenie a používanie elektrických spotrebičov. Studená voda je dodávaná z verejného vodovodu. V nasledujúcich tabuľkách je prehľad spotreby tepla a elektriny za posledné 3 kalendárne roky. Údaje boli poskytnuté zadávateľom projektu. Počas daného obdobia nedošlo k žiadnym zmenám inštalovaného výkonu ani k žiadnym rekonštrukciám, ktoré by mohli výrazne ovplyvniť spotrebu energie

Tab. 6-5 Množstvo dodanej energie v roku 2013

Pre rok: 2013					
Vstupy palív a energie	Jednotka	Množstvo	Výhrevnosť GJ/jednotku	Prepočet na MWh	Ročné náklady v Kč s DPH
Elektrina	MWh	2,604	3,60	2,604	12 499
Teplo	GJ	1357,00	1,0	376,94	829 059
Celkom vstupy palív a energie				379,55	841 558
Zmena stavu zásob palív (inventarizácia)				0,00	0
Celkom spotreba palív a energie				379,55	841 558

Tab. 6-6 Množstvo dodanej energie v roku 2014

Pre rok: 2014					
Vstupy palív a energie	Jednotka	Množstvo	Výhrevnosť GJ/jednotku	Prepočet na MWh	Ročné náklady v Kč s DPH
Elektrina	MWh	2,562	3,60	2,562	12 298
Teplo	GJ	1260,00	1,00	350,00	769 797
Celkom vstupy palív a energie				352,56	782 095
Zmena stavu zásob palív (inventarizácia)				0,00	0
Celkom spotreba palív a energie				352,56	782 095

Tab. 6-7 Množstvo dodanej energie v roku 2015

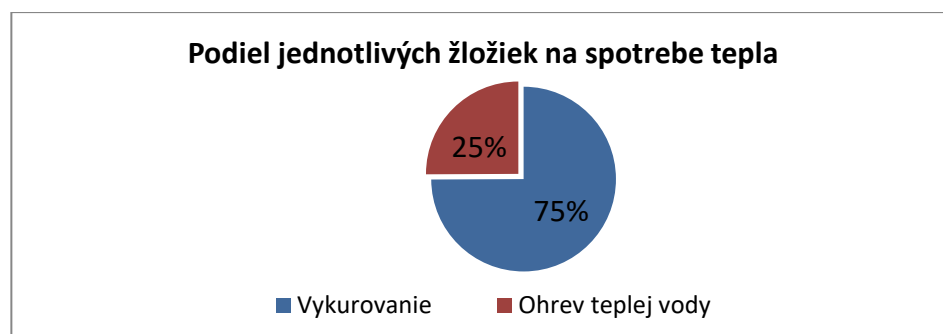
Pre rok: 2015					
Vstupy palív a energie	Jednotka	Množstvo	Výhrevnosť GJ/jednotku	Prepočet na MWh	Ročné náklady v Kč s DPH
Elektrina	MWh	2,515	3,60	2,515	12 072
Teplo	GJ	1220,00	1,00	338,89	745 359
Celkom vstupy palív a energie				341,40	757 431
Zmena stavu zásob palív (inventarizácia)				0,00	0
Celkom spotreba palív a energie				341,40	757 431

Vo výpočte je ďalej rozdelená spotreba tepla na teplo, ktorá sa spotrebuje na vykurovanie objektu a teplo, ktoré je potrebné na prípravu teplej vody. Jednotlivé spotreby tepla sú nižšie uvedené v tabuľkách

Tab. 6-8 Podrobný rozpis spotreby tepla

Spôsob spotreby tepla	Jednotka	Množstvo	Ročné náklady v Kč s DPH
Pre rok: 2015			
Vykurovanie	GJ	912,00	557 186
Príprava teplej vody	GJ	308,00	188 173
Pre rok: 2014			
Vykurovanie	GJ	942,00	575 515
Príprava teplej vody	GJ	318,00	194 282
Pre rok: 2013			
Vykurovanie	GJ	1021,00	623 780
Príprava teplej vody	GJ	336,00	205 279
Priemerné hodnoty spotreby tepla			
Vykurovanie	GJ	958,33	585493,75
Príprava teplej vody	GJ	320,67	195911,30

Graf. 6-1 Podiel jednotlivých zložiek na spotrebu tepla



6.3. Vlastné zdroje energie

V Bytovom dome nie sú inštalované žiadne vlastné zdroje energie a tým nedochádza k predaju energie cudzím subjektom a nie sú tu ani skladované žiadne palivá.

Tab. 3-9 Základné technické ukazovatele vlastného zdroja energie

r.	Názov ukazovateľa	Jednotka	Hodnota
1	ročná celková účinnosť zdroja - z tabuľky b) - $(r.3 \times 3,6 + r.7) : r.12$	(%)	0,00
2	ročná účinnosť výroby elektrickej energie - z tabuľky b) - $(r.3 \times 3,6) : r.6$	(%)	0,00
3	ročná účinnosť výroby tepla - z tabuľky b) - $(r.7 : r.11)$	(%)	0,00
4	spotreba energie v palive elektriny - z tabuľky b) - $(r.6 : r.3)$	(GJ/MWh)	0,00
5	spotreba energie v palive tepla - z tabuľky b) - $(r.11 : r.7)$	(GJ)	0,00
6	ročné využitie inštalovaného elektrického výkonu - z tabuľky b) - $(r.3 : r.1)$	(hod)	0,00
7	ročné využitie inštalovaného tepelného výkonu - z tabuľky b) - $((r.7 : 3,6) : r.2)$	(hod)	0,00

Tab. 3-10 Ročné bilancie výroby z vlastného zdroja energie

r.	Názov ukazovateľa	Jednotka	Hodnota
1	Inštalovaný elektrický výkon	(MW)	0,00
2	Inštalovaný tepelný výkon celkovo	(MW)	0,00
3	Výroba elektriny	(MWh)	0,00
4	Predaj elektriny	(MWh)	0,00
5	Vlastná technologická spotreba elektriny na výrobu elektriny	(MWh)	0,00
6	Spotrebovaná energia v palive na výrobu elektriny	(GJ/r)	0,00
7	Výroba tepla	(GJ/r)	0,00
8	Dodávka tepla	(GJ/r)	0,00
9	Predaj tepla	(GJ/r)	0,00
10	Vlastní technologická spotreba tepla na výrobu tepla	(GJ/r)	0,00
11	Spotreba energie v palive na výrobu tepla	(GJ/r)	0,00
12	Spotreba energie v palive celkom	(GJ/r)	0,00

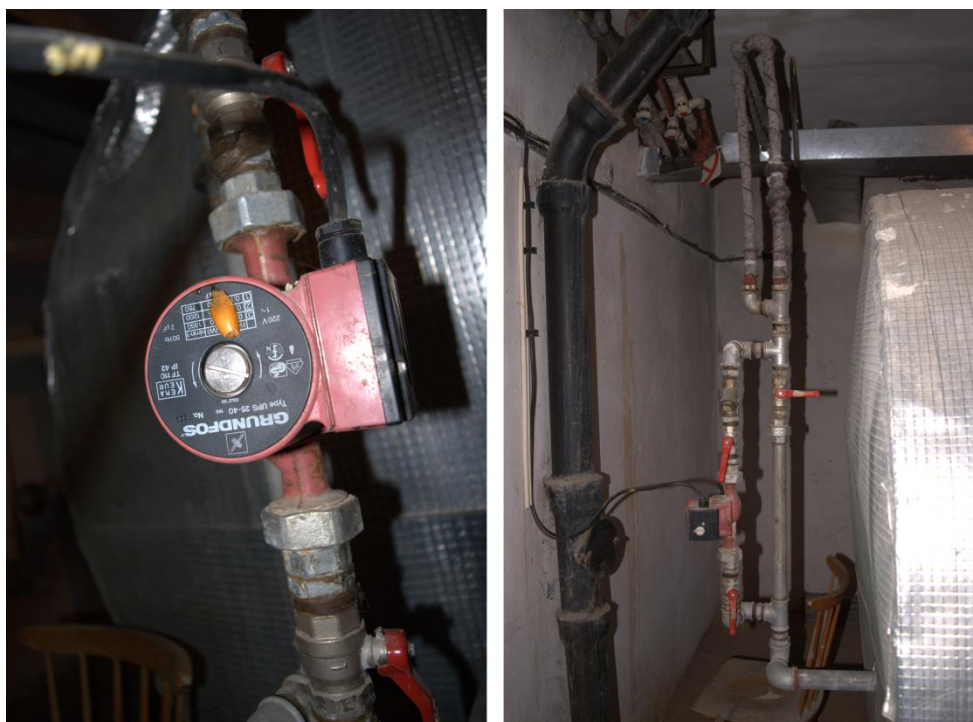
6.4. Rozvody energie

6.4.1. Rozvody pre vykurovanie

Vykurovaná voda je rozvádzaná oceľovým izolovaným potrubím. Izolácia je spravená z minerálnej vaty, ktorá je opláštená plastovým obalom. Rozvody k liatinovým rebrovým vykurovacím telesám sú pôvodné z doby výstavby. Radiátory sú opatrené termostatickými hlaviciami

6.4.2. Rozvody teplej a studenej vody

Rozvody teplej a studenej vody tvoria plastové trubky – polypropylénové (PP-R). Tieto trubky majú veľmi slabú izoláciu. Trubky sú obalene len tenkou textilnou handrou.. Tieto rozvody sú nevhodne spravené a majú i veľkú tlakovú stratu. Každý byt má vlastný vodoměr na teplú a studenú vodu, celkom 64 kusov. Bytový dom má recirkuláciu teplej vody, ktorú zaisťuje čerpadlo GRUNDFOS UPS 25-40



Obr. 6-10 Čerpadlo cirkulácie teplej vody



Obr. 6-11 Rozvody teplej a studenej vody



Obr. 6-12 Prípojka verejného vodovodu HDPE 100 SDR 17 DN 125

6.4.3. Rozvody plynu

Plynové potrubie v budove je oceľové s priemerom DN 70. Následne je rozčlenené do 4 stúpacích potrubí. Každý byt má plynomer, celkom 32 ks.



Obr. 6-13 Bytový plynomer

6.4.4. Rozvody elektrické energie

Hlavný istič sa nachádza pri vstupe do bytového domu. Na každom podlaží sú 4 elektromery. Každý byt má taktiež i svoj vlastný istič. Rozvody elektriky sú medené a to od hlavného ističa po bytový istič, v jednotlivých bytoch sú už ale hliníkové rozvody. V bytoch a komunikačných priestore sú navrhnuté bežné zásuvkové a svetelné rozvody.

6.5. Významné spotrebiče energie

V bytovom dome sa nachádzajú bežné spotrebiče, každý byt má kombinovaný sporák s výkonom elektrickej trúby 2,0 kW, digestor a mikrovlnnú rúru s priemerným výkonom 0,9 kW.

6.6. Tepelne technické vlastnosti budovy

Na základe stavebne – konštrukčných podkladov bol spravený výpočet súčiniteľa prestupu tepla U ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$) obalových konštrukcií v programe PROTECH s. r. o. Nový Bor.

Vrstvy konštrukcií pre výpočet súčiniteľa prestupu tepla U [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$] (pri strešných konštrukciách obvodovej konštrukcie v zemi) sú brané len po hydroizolačnú vrstvu. Hydroizolačná vrstva už ale nie je započítaná.

Popis skratiek jednotlivých konštrukcií tvoriacich obálku budovy :

SO – stena ochladzovaná,	SN – stena neochladzovaná,
PDL – podlaha,	DO – dvere ochladzované,
DB – dvere balkónové,	DN – dvere neochladzované (vnútorné),
OJD – okno jednoduché dvoj sklo	OA – okno atypické (presklená stena)

6.6.1. Neprievitné konštrukcie

Tab. 6-7 Skladba ochladzovaných konštrukcií – obvodové steny

Typ konštrukcie	Skladba	Hrúbka vrstvy (mm)
SO1, SO4, SO7	Jemná štuková omietka	3
	Železobetón	100
	Perlitbetón	100
	Jemná štuková omietka	3
Celková hrúbka skladby konštrukcie		206
Súčiniteľ prestupu tepla konštrukcie U ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$)		1,26

Tab. 6-8 Skladba ochladzovaných konštrukcií – obvodové steny

Typ konštrukcie	Skladba	Hrúbka vrstvy (mm)
SO2, SO3, SO5, SO6	Jemná štuková omietka	3
	Železobetón	160
	Perlitbetón	60
	Železobetón	60
	Jemná štuková omietka	3
Celková hrúbka skladby konštrukcie		286
Súčiniteľ prestupu tepla konštrukcie U ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$)		0,95

Tab. 6-9 Skladba ochladzovaných konštrukcií – obvodové stena v zemi

Typ konštrukcie	Skladba	Hrúbka vrstvy (mm)
SO10	Omietka vápennocementová	15
	TPP - tehla plná pálená	450
	Asfaltový hydr. pás IPA V60 S35	-
Celková hrúbka skladby konštrukcie		465
Súčiniteľ prestupu tepla konštrukcie U ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$)		1,41

Tab. 6-10 Skladba neochladzované konstrukce – stěna k sousednímu bytovému domu

Typ konstrukce	Skladba	Hrúbka vrstvy (mm)
SN1	Jemná štuková omietka	3
	Železobetón	150
	Drevo cementová doska	50
	Železobetón	150
	Jemná štuková omietka	3
Celková hrúbka skladby konstrukcie		356
Súčiniteľ prestupu tepla konstrukcie U ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$)		1,62

Tab. 6-11 Skladba neochladzované konstrukce

Typ konstrukce	Skladba	Hrúbka vrstvy (mm)
SN2, SN3	Jemná štuková omietka	3
	Železobetón	150
	Jemná štuková omietka	3
Celková hrúbka skladby konstrukcie		156
Súčiniteľ prestupu tepla konstrukcie U ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$)		2,73

Tab. 6-12 Skladba podlahovej konstrukcie

Typ konstrukce	Skladba	Hrúbka vrstvy (mm)
PDL1, PDL2	Betónová mazanina	60
	Železobetónový dutinový panel	150
	Jemná štuková omietka	3
Celková hrúbka skladby konstrukcie		213
Súčiniteľ prestupu tepla konstrukcie U ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$)		2,06

Tab. 6-13 Skladba podlahovej konstrukcie

Typ konstrukce	Skladba	Hrúbka vrstvy (mm)
PDL3	Betónová mazanina	60
	Železobetónový dutinový panel	150
Celková hrúbka skladby konstrukcie		210
Súčiniteľ prestupu tepla konstrukcie U ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$)		2,07

Tab. 6-14 Skladba strešnej konštrukcie

Typ konštrukcie	Skladba	Hrúbka vrstvy (mm)
SCH1,SCH2	Asfaltový hydr. pás IPA V60 S35	-
	Penový polystyrén	50
	Štrk	95
	Dutinový panel	150
	Jemná štuková omietka	3
Celková hrúbka skladby konštrukcie		298
Súčiniteľ prestupu tepla konštrukcie U ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$)		0,96

Tab. 6-15 Výplne otvorov

Typ konštrukcie	Materiál	Súčiniteľ prestupu tepla konštrukcie U ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$)
DN1, DN2	Drevo	2,00

6.6.2. Priesvitné konštrukcie

Tab. 6-16 Výplne otvorov

Typ konštrukcie	Materiál	Súčiniteľ prestupu tepla konštrukcie U ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$)
DO	Plast/sklo	1,4
DB	Plast/sklo	1,4
OJD	Plast/sklo	1,4
OA	Plast/sklo	1,4

6.7. Systém manažmentu hospodárenia energií podľa ČSN ISO 50001

V bytovom dome nie sú žiadne technické alebo organizačné opatrenia pre kontrolu a hospodárenie s energiami. Konkrétne spotreby jednotlivých energií ukazujú len meracie prístroje a to elektromer, , vodomer , regulácia (Supercal Embra) a merač tepla.

7. VYHODNOTENIE STÁVAJÚCEHO STAVU

7.1. Vyhodnotenie účinnosti využitia energie

7.1.1. V rozvodoch tepla

Zdrojom tepla pre kúrenie a prípravu teplej úžitkovej vody je teplovodná výmenníková stanica umiestnená v technickom suteréne. Teplovodná prípojka je privedená cez znížené inštalačné podlažie pod suterénom bytového domu. V tejto miestnosti je prípojka priamo napojená na rozvody kúrenia. Teplotný spád je 80/60 °C. Teplovodné potrubie pre kúrenie radiátormi je vedené v technickom suteréne pod stropom, následne je rozdelené do 4 stúpacích potrubí, ktoré vedú cez jednotlivé byty nad sebou. Vetvy sú za regulované regulačnými ventilmi. Všetko horizontálne potrubie je tepelne zaizolované. Pod izoláciou je základný náter. Stúpacie potrubie a prípojky k radiátorom sú bez izolácie. Tepelná účinnosť výmenníkovej stanice, stanovená odborným odhadom je 99 %.

Príprava teplej vody je realizovaná v zásobníku teplej vody Drukovo Brno, BLO 10 M z roku 1999 o objeme 4000 l. Zásobník je zaizolovaný pôvodnou izoláciou z výroby, ktorá je v dobrom stave. Účinnosť prípravy teplej vody v tomto zásobníku je 99 %. Zo zásobníka teplej úžitkovej vody sú rozvody vedené plastovým potrubím pod stropom v technickom suteréne, ktoré sa rozdeľuje do 4 stúpacích potrubí. Rozvody majú veľmi slabú tepelnú izoláciu (potrubie je omotané textilnou tkaninou).

7.1.2. Vo významných spotrebičoch energie

V bytovom dome sa nenachádzajú významné spotrebiče energie. V jednotlivých bytoch sú len bežné spotrebiče. Každý byt má kombinovaný sporák s výkonom elektrickej trúby 2,0 kW, digestor a mikrovlnnú rúru s priemerným výkonom 0,9 kW

7.2. Vyhodnotenie tepelne technických vlastností stavebných konštrukcií budovy

Výsledky vypočítaných súčiniteľov prestupu tepla U ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$) sú porovnané s požadovanými hodnotami normy ČSN 730540-2:2011, ktoré sú uvedené v nasledujúcej tabuľke.

Tab. 7-1 Požadované a doporučené hodnoty súčiniteľu prestupu tepla pre budovy s prevládajúcou návrhovou teplotou 18 °C až 22 °C vrátane [17].

Popis konštrukcie	Súčiniteľ prestupu tepla ($\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$)		
	Požadované hodnoty $U_{N,20}$	Doporučené hodnoty $U_{\text{rec},20}$	Doporučené hodnoty pre pasívne domy $U_{\text{pas},20}$
Stena vonkajšia	0,30	ťažká: 0,25 ľahká: 0,20	0,18 až 0,12
Strecha strmá so sklonom nad 45°	0,30	0,2	0,18 až 0,12
Strecha plochá a šikmá so sklonom do 45° vrátane	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop s podlahou nad vonkajším priestorom	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop pod nevykurovanou povalou (strecha bez tepelnej izolácie)	0,30	0,2	0,15 až 0,10
Stena k nevykurovanej povale (so strechou bez tepelnej izolácie)	0,30	ťažká: 0,25 ľahká: 0,20	0,18 až 0,12
Podlaha a stena vykurovaného priestoru priľahlá k zemi	0,45	0,30	0,22 až 0,15
Strop a stena vnútorná z vykurovaného k nevykurovanému priestoru	0,60	0,40	0,30 až 0,20
Strop a stena vnútorná z vykurovaného k temperovanému priestoru	0,75	0,50	0,38 až 0,25

Strop a stena vonkajšia z temperovaného priestoru k vonkajšiemu prostrediu	0,75	0,50	0,38 až 0,25
Podlaha a stena temperovaného priestoru priľahlá k zemine	0,85	0,60	0,45 až 0,30
Stena medzi susednými budovami	1,05	0,70	0,5
Strop medzi priestormi s rozdielom teplôt do 10 °C vrátane	1,05	0,70	
Stena medzi priestormi s rozdielom teplôt do 10 °C vrátane	1,30	0,90	
Strop vnútorný medzi priestormi s rozdielom teplôt do 5 °C vrátane	2,2	1,45	
Stena vnútorná medzi priestormi s rozdielom teplôt do 5 °C vrátane	2,70	1,80	
Výplň otvoru vo vonkajšej stene a strmej streche z vykurovaného priestoru do vonkajšieho prostredia, okrem dverí	1,50	1,20	0,8 až 0,6
Šikmá výplň otvoru so sklonom do 45 °C, z vykurovaného priestoru do vonkajšieho prostredia	1,40	1,10	0,9
Dverná výplň otvoru z vykurovaného priestoru do vonkajšieho prostredia (vrátane rámu)	1,70	1,20	0,9
Výplň otvoru vedúca z vykurovaného do temperovaného priestoru	3,50	2,30	1,7
Výplň otvoru vedúca z temperovaného priestoru do vonkajšieho priestoru	3,50	2,30	1,7
Šikmá výplň otvoru so sklonom do 45 °C, z temperovaného priestoru do vonkajšieho prostredia	2,60	1,70	1,4

7.2.1. Nepriesvitné konštrukcie

Popis skratiek jednotlivých konštrukcií tvoriacich obálku budovy :

SO – stena ochladzovaná,	SN – stena neochladzovaná,
PDL – podlaha,	DO – dvere ochladzované,
DB – dvere balkónové,	DN – dvere neochladzované (vnútorné),
OJD – okno jednoduché dvoj sklo	OA – okno atypické (presklená stena)

Tab. 7-2 Porovnanie vypočítaných a normových súčiniteľov prestupu tepla

Typ konštrukcie	Plocha (m ²)	Vypočítaný súčiniteľ prestupu tepla U (W·m ⁻² ·K ⁻¹)	Požadovaný súčiniteľ prestupu tepla U (W·m ⁻² ·K ⁻¹)	Posúdenie
SO1, SO4, SO7	164,003	1,26	0,30	Nevyhovuje
SO2, SO3, SO5 - SO9	1530,05	0,95	0,30	Nevyhovuje
SO10	18,885	1,41	0,85	Nevyhovuje
SN1	154,592	1,62	-	-
SN2	449,205	2,73	0,75	Nevyhovuje
SN3	52,426	2,73	1,30	Nevyhovuje
PDL1	28,657	2,06	0,75	Nevyhovuje
PDL2	251,853	2,06	0,60	Nevyhovuje
PDL3	59,854	2,06	2,20	Vyhovuje
SCH1, SCH2	314,569	0,96	0,24	Nevyhovuje

Tab. 7-3 Porovnanie vypočítaných a normových súčiniteľov prestupu tepla

Typ konštrukcie	Plocha (m ²)	Vypočítaný súčiniteľ prestupu tepla U (W·m ⁻² ·K ⁻¹)	Požadovaný súčiniteľ prestupu tepla U (W·m ⁻² ·K ⁻¹)	Posúdenie
DN1, DN2	67,266	2,00	3,50	Vyhovuje

7.2.2. Priesvitné konštrukcie

Tab. 7-4 Porovnanie vypočítaných a normových súčiniteľov prestupu tepla

Typ konštrukcie	Plocha (m ²)	Vypočítaný súčiniteľ prestupu tepla U (W·m ⁻² ·K ⁻¹)	Požadovaný súčiniteľ prestupu tepla U (W·m ⁻² ·K ⁻¹)	Posúdenie
DO	8,314	1,40	1,70	Vyhovuje
DB	55,08	1,40	1,70	Vyhovuje
OJD	597,68	1,40	1,50	Vyhovuje
OA	116,79	1,40	1,50	Vyhovuje

7.2.3. Porovnanie priemerného súčiniteľa prestupu tepla budovy

Vypočítaný priemerný súčiniteľ prestupu tepla budovy:

$$U_{em} = 1,522 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

Požadovaný priemerný súčiniteľ prestupu tepla budovy:

$$U_{em,R} = 0,635 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

Posúdenie priemerného súčiniteľa prestupu tepla budovy podľa normy ČSN 730540-2:2011.

$$U_{em} \leq U_{em,R}$$

$$1,522 \not\leq 0,635$$

Priemerný súčiniteľ prestupu tepla budovy nevyhovuje požadovanej hodnote normy ČSN 73 0540-2:2011,

Klasifikačný ukazovateľ $CI = U_{em} / U_{em,R}$

$$CI = 1,522/0,635 = 3,0$$

Hodnota priemerného súčiniteľa prestupu tepla budovy padá do kategórie **G – mimoriadne nehospodárna**

7.2.4. Tepelné straty budovy

Výpočet bol spravený na základe týchto okrajových podmienok:

- Lokalita: Brno
- Najnižšia vonkajšia výpočtová teplota: -12°C
- Priemerná teplota vo vykurovacom období: 4,0
- Dĺžka vykurovacieho obdobia: 232 dní

Údaje boli vybrané pre teplotu $t_{em} = 13^\circ\text{C}$

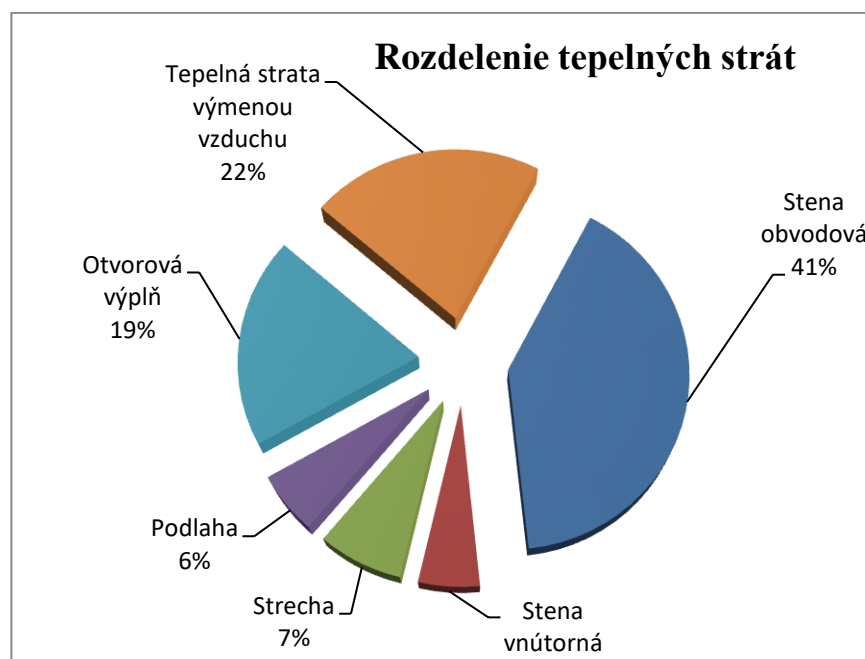
Merná tepelná strata prestupom tepla budovy v pôvodnom stave je podľa teoretického výpočtu (podľa ČSN 730540 – 4 v súlade s ČSN EN ISO 13789, ČSN EN ISO 13790, ČSN EN ISO 13370) $H_T = 3219 \text{ W K}^{-1}$

Tepelná strata budovy v pôvodnom stave $Q_C = 128,59 \text{ kW}$ pri priemernej vnútornej teplote $19,36^\circ\text{C}$ bola vypočítaná podľa normy ČSN EN 12 831 v programe spoločnosti PROTECH s. r. o. Nový Bór.

Podrobný rozpis jednotlivých strát medzi konštrukciami je bližšie popísané v nasledujúcej tabuľke

Tab. 7-5 Rozdelenie tepelných strát bytového domu – pôvodný stav

Rozdelenie tepelných strát	H (W)	Percentuálny podiel
Stena obvodová	52037	51,7
Stena vnútorná	6842	6,8
Strecha	9536	9,5
Podlaha	7330	7,3
Otvorová výplň	24897	24,7
Tepelná strata výmenou vzduchu	27948	21,5
Tepelná strata obálkou budovy	100642	78,5
Celková tepelná strata posudzovaného objektu	128591	100



Graf. 7-1 Rozdelenie tepelných strát bytového domu – pôvodný stav

7.2.5. Model energetickej potreby budovy

Stanovenie ročnej potreby tepla na vykurovanie budovy bolo spravené dennostupnovou metódou, ktorá vychádza z tepelných strát objektu, klimatických podmienok miesta stavby a zohľadňuje prevádzkový režim vykurovania objektu. Denostupne slúžia k charakteristike vonkajších teplôt v priebehu určitého časového úseku (vykurovacej sezóny)

Výpočet sa robí podľa nasledujúceho vzťahu:

$$D = d \cdot (t_{is} - t_{es}) \quad (\text{dni}) \quad (4-1)$$

kde d – je počet dní vo vykurovacom období

t_{is} – priemerná teplota vzduchu vo vykurovanom objekte (°C)

t_{es} – priemerná vonkajšia teplota vzduchu vo vykurovacom období (°C)

Ročná potreba tepla na vykurovanie v GJ/rok bola vypočítaná podľa vzorca:

$$Q_{vyt,r} = \frac{\varepsilon}{\eta_o \cdot \eta_r} \cdot \frac{24 \cdot Q_c \cdot D}{t_{is} - t_e} \cdot 3,6 \cdot 10^{-3} \quad (\text{GJ}) \quad (4-2)$$

kde $Q_{vyt,r}$ – je ročná potreba tepla na vykurovanie (GJ/rok)

ε – celkový opravný súčiniteľ (–)

$$\varepsilon = e_i \cdot e_t \cdot e_d$$

e_i – koeficient vyjadrujúci vplyv nesúčasnosti tepelnej straty infiltráciou a tepelnej straty prestupom (–)

e_t – koeficient vplyvu režimu vykurovania behom dňa, respektíve noci (–)

e_d – koeficient vplyvu skrátenia doby vykurovania podľa využitia budovy behom týždňa (–)

η_o – možnosť regulácie sústavy vykurovania (–)

η_r – účinnosť rozvodov vykurovania (–)

t_e – vonkajšia výpočtová teplota (°C)

Tab. 7-5 Celkový opravný súčiniteľ, lokalita miesta a účinnosti vykurovania

Lokalita	Brno	Jednotky	roky			
			2013	2014	2015	DPP
Celková strata objektu	Q_c	kW	128,59	128,59	128,59	128,59
Vplyv nesúčasnosti straty prestupom a infiltráciou (0,8-0,9)	e_i	-	0,85	0,85	0,85	0,85
Vplyv režimu vykurovania - čas za deň (0,8 - 1,0)	e_t	-	0,95	0,95	0,95	0,95

Skrátenie doby vykurovania - dni za týždeň (0,8 - 1,0)	e_d	-	1	1	1	1
Opravný súčiniteľ	ε	-	0,8075	0,8075	0,8075	0,8075
Účinnosť rozvodov (0,95 - 0,98)	η_r	-	0,95	0,95	0,95	0,95
Možnosť regulácie systému vykurovania (0,9 - 1,0)	η_o	-	0,95	0,95	0,95	0,95

Tab. 7-6 Vypočítaná ročná spotreba tepla na vykurovanie

Dĺžka vykurovacieho obdobia	d	dni	225	218	222	232
Priemerná teplota vo vykurovacom období	t_{es}	°C	5,22	4,89	5,32	4,00
Priemerná vnútorná teplota v objekte	t_{is}	°C	19,36	19,36	19,36	19,36
Výpočtová vonkajšia teplota	t_e	°C	-12	-12	-12	-12
Vykurovacie dennostupne	D	dni	3182	3154	3116	3564
Vypočítaná ročná potreba tepla na vykurovanie	$Q_{vyk,p}$	GJ/r	1008,6	999,8	987,7	1129,7
	%		89,3%	88,5%	87,4%	100,0%
Účinnosť zdroja		(-)	0,99	0,99	0,99	0,99
Vypočítaná ročná spotreba tepla na vykurovanie	$Q_{vyk,r}$	GJ/r	1018,8	1009,9	997,7	1141,1

Z výpočtov v tabuľke 7-6 je možné vidieť, že posledné tri roky je vykurovacie obdobie kratšie oproti dlhodobému priemeru a to v roku 2013 o 10,7 %, v roku 2014 o 11,5 % a v roku 2015 o 12,6 %.

Tab. 7-7 Porovnanie vypočítanej a skutočnej spotreby tepla

Roky			2013	2014	2015	DPP
Vypočítaná ročná spotreba tepla na vykurovanie	$Q_{vyk,r}$	GJ/r	1018,8	1009,9	997,7	1141,1
Skutočná spotreba z faktúr prepočítaná i na DPP	$Q_{vyk,r}$	GJ/r	1021	942	912	1083,7
Rozdiel medzi fakturovanou spotr. tepla a spotr. určenou z dennostup. metódy		%	1,23	5,78	7,66	4,07

Maximálny rozdiel medzi fakturovanou spotrebou a ročnou spotrebou podľa dennostupovej metódy je 7,66% a pri prepočítanom dlhodobom priemere 4,07 %. Keďže je tento rozdiel do 10 %, energetický model bude vychádzať z dennostupovej metódy. Do nasledujúcich výpočtov bola vybraná hodnota $Q_{vyk,r} = 1141,1 \text{ GJ/rok}$

7.3. Vyhodnotenie úrovne systému manažmentu hospodárenia energií

Ako je už uvedené v predchádzajúcej kapitole 3.7, v posudzovanom objekte nie je zavedený žiaden systém manažmentu hospodárenia s energiami.

7.4. Celková energetická bilancia

Tab. 7-8 Celková ročná energetická bilancia

r.	Ukazovateľ	Energia		Náklady
		(GJ)	(MWh)	(Kč)
1	Vstupy palív a energie	1471,33	408,70	1005748
2	Zmena zásob palív	0	0	0
3	Spotreba palív a energie (r.1 + r.2)	1471,33	408,70	1005766
4	Predaj energie cudzím	0	0	0
5	Konečná spotreba palív a energie (r.3 - r.4)	1471,33	408,70	1005748,00
6	Straty vo vlastných zdrojoch a rozvodoch energie (z r.5)	0	0	0
7	Spotreba energie na vykurovanie (z r.5)	1141,10	316,97	775948
8	Spotreba energie na chladenie (z r.5)	0	0	0
9	Spotreba energie na prípravu teplej vody (z r.5)	321,00	89,17	218280
10	Spotreba energie na vetranie (z r.5)	0	0	0
11	Spotreba energie na úpravu vlhkosti (z r.5)	0	0	0
12	Spotreba energie na osvetlenie (z r.5)	7,20	2,00	9000
13	Spotreba energie na technologické a ostatné procesy (z r.5)	2,02	0,56	2520

8. NÁVRHY JEDNOTLIVÝCH OPATRENÍ KU ZVÝŠENÍ ÚČINNOSTI POUŽITIA ENERGIE

Následne budú popísané a vyhodnotené jednotlivé opatrenia, ktoré prinesú čo najväčšiu úsporu pri vynaložení čo najnižších investícií. Pre ďalšie výpočty sa budú uvažovať ceny energií z roku 2015

- Cena tepla : 680 Kč/GJ
- Cena elektriky: 4,5 Kč/kWh

Ceny nákladov pre jednotlivé opatrenia boli stanovené odborným odhadom z cien pohybujúcich sa na trhu. Tieto ceny sa môžu pri realizácii líšiť a to z dôvodu iných cien dodávateľa materiálov a služieb

Do návrhu cien jednotlivých opatrení boli započítané najnutnejšie veci pre daný proces, ďalšie položky sa môžu líšiť v závislosti na okolnostiach konkrétnych návrhov.

8.1. Opatrenie č. 1

8.1.1. Názov a popis opatrenia

Zateplenie obvodového plášťa budovy

Toto opatrenie bude zahrňovať zateplenie obvodového plášťa bytového domu pozostávajúceho z betónových panelov konštrukčnej sústavy B70. Tieto panely nemajú dostačujúce tepelné vlastnosti. Zateplené budú všetky časti obvodové plášťa budovy (SO1, SO4, SO7, SO2, SO3, SO5-SO9) aby spĺňali doporučené hodnoty v norme ČSN 73 0540 – 2 (2011). V kontaktnom zatepl'ovacom systéme ETICS je navrhnutá minerálna izolácia z čadičových vlákien hrúbky 180 mm s uvažovaným súčiniteľom tepelnej vodivosti $\lambda = 0,039 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

Tab. 8-1 Opatrenie č.1 – posúdenie konštrukcií podľa ČSN 73 0540-2 (2011)

Názov konštrukcie	Pôvodný stav	Nový stav	Požadované	Doporučené
	U ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$)	U ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$)	$U_{N,20}$ ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$)	$U_{rec,20}$ ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$)
SO1, SO4, SO7	1,26	0,232	0,3	0,25
SO2, SO3, SO5-SO9	0,95	0,222	0,3	0,25
Splnenie požiadaviek			Áno	Áno

8.1.2. Ročné úspory energie

Týmto opatrením dôjde k zníženiu tepelných strát objektu a tým i k zníženiu spotreby tepla. Tepelné straty pred a po realizácii opatrenia sú uvedené nižšie v tabuľke

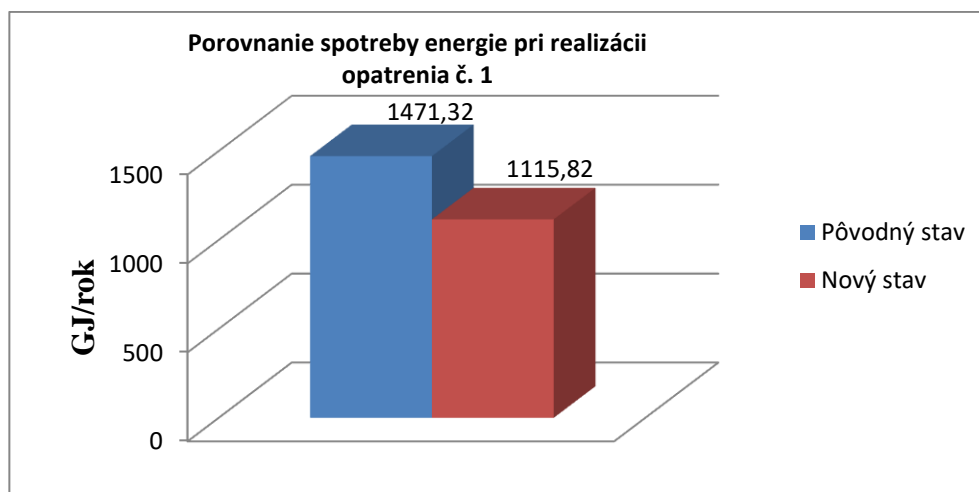
Tab. 8-2 Porovnanie tepelných strát bytového domu

Zateplenie obvodového plášťa	Pôvodný stav	Nový stav
	W	W
Celková tepelná strata objektu	128591	88521

Tab. 8-3 Opatrenie č.1 – Úspory

Zateplenie obvodového plášťa budovy	Pôvodný stav		Nový stav	
	GJ/rok	Kč/rok	GJ/rok	Kč/rok
Energetická náročnosť na kúrenie	1141,1	775948	785,6	534208
Energetická náročnosť na prípravu TV	321	218280	321	218280
Energetická náročnosť spotreby elektriny	9,22	11520	9,22	11520
Celková energetická náročnosť	1471,32	1005748	1115,82	764008
Úspora energie na kúrenie	-	-	355,5	241740
Úspora energie na prípravu TV	-	-	-	-
Úspora elektrickej energie	-	-	-	-
Celková úspora energie			355,5	241740

Celková úspora energie je **355,5 GJ/ rok** čo činí **241 740 Kč/rok**.



Graf. 8-1 Porovnanie úspory č.1

8.1.3. Náklady na realizáciu

V uvedenej cene je zahrnutá cena za obstaranie materiálu a náklady spojené s realizáciou.

Tab. 8-4 Opatrenie č.1 – Náklady

Zateplenie obvodového plášťa budovy		
Plocha konštrukcie	m ²	1682,182
Cena za 1m ²	Kč	1800
Celkové náklady	Kč	3027927,6

Celkové predpokladané náklady na zateplenie obvodového plášťa budovy sú **3 027 927,6 Kč**.

8.2. Opatrenie č. 2

8.2.1. Názov a popis opatrenia

Výmena výplní otvorov

Toto opatrenie bude zahŕňať výmenu výplní otvorov, ktorými by sa znížil súčasný súčiniteľ prestupu $U = 1,4 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ na hodnotu $1,1 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$. Opatrenie č.2 nezahŕňa výmenu vstupných dverí a vnútorných

vstupných dverí do bytov. Opatrenie č.2 zahrňuje výmenu balkónových dverí, okenných otvorov a presklených stien v komunikačných priestoroch. Nové výplne otvorov sú navrhnuté ako plastové s izolačným dvojsklom, s celkový súčiniteľom prestupu tepla $U = 1,1 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$.

Tab. 8-5 Opatrenie č.2 – posúdenie konštrukcií podľa ČSN 73 0540-2 (2011)

Názov konštrukcie	Pôvodný stav	Nový stav	Požadované	Doporučené
	U ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$)	U ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$)	$U_{N,20}$ ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$)	$U_{rec,20}$ ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$)
DB	1,40	1,1	1,70	1,20
OJD	1,40	1,1	1,50	1,20
OA	1,40	1,1	1,50	1,20
Splnenie požiadaviek			Áno	Áno

8.2.2. Ročné úspory energie

Týmto opatrením dôjde k zníženiu tepelných strát objektu a tým i k zníženiu spotreby tepla. Tepelné straty pred a po realizácii opatrenia sú uvedené nižšie v tabuľke.

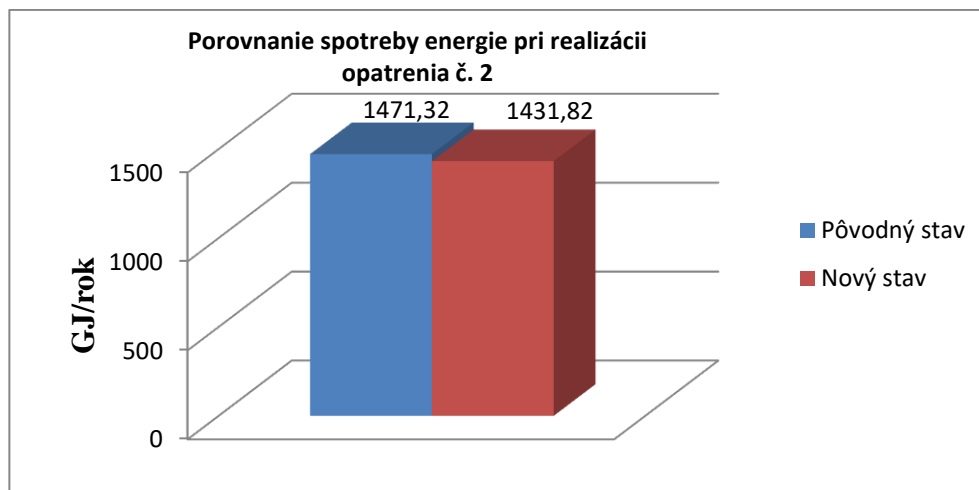
Tab. 8-6 Porovnanie tepelných strát bytového domu

Výmena výplní otvorov	Pôvodný stav	Nový stav
	W	W
Celková tepelná strata objektu	128591	124140

Tab. 8-7 Opatrenie č.2 – Úspory

Výmena výplní otvorov	Pôvodný stav		Nový stav	
	GJ/rok	Kč/rok	GJ/rok	Kč/rok
Energetická náročnosť na kúrenie	1141,1	775948	1101,6	749088
Energetická náročnosť na prípravu TV	321	218280	321	218280
Energetická náročnosť spotreby elektriny	9,22	11520	9,22	11520
Celková energetická náročnosť	1471,32	1005748	1431,82	978888
Úspora energie na kúrenie	-	-	39,5	26860
Úspora energie na prípravu TV	-	-	-	-
Úspora elektrickej energie	-	-	-	-
Celková úspora energie			39,5	26860

Celková úspora energie je **39,5 GJ/ rok** čo činí **26 860 Kč/rok**.



Graf. 8-2 Porovnanie úspory č.2

8.2.3. Náklady na realizáciu

V uvedenej cene je zahrnutá cena za obstaranie nových výplní otvorov, demontáž pôvodných a osadenie nových výplní otvorov.

Tab. 8-8 Opatrenie č.2 – Náklady

Výmena výplní otvorov		
Plocha konštrukcie	m ²	769,49
Cena za 1m ²	Kč	4700
Celkové náklady	Kč	3616603

Celkové predpokladané náklady na výmenu výplní otvorov sú **3 616 603 Kč**.

8.3. Opatrenie č. 3

8.3.1. Názov a popis opatrenia

Zateplenie strešnej konštrukcie

Toto opatrenie bude zahŕňať dodatočné zateplenie pôvodnej strešnej konštrukcie bytového domu. Zateplená bude vrchná vrstva tak aby spĺňala doporučené hodnoty v norme ČSN 73 0540 – 2 (2011). Použitá

tepelná izolácia bude EPS 100S z expandovaného polystyrénu hrúbky 300 mm. Uvažovaný súčiniteľ tepelnej vodivosti je $\lambda = 0,037 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. Na hydroizolácia vrchnej vrstvy bude použitá strešná fólia z mäkkého PVC-P.

Tab. 8-9 Opatrenie č.3 – posúdenie konštrukcií podľa ČSN 73 0540-2 (2011)

Názov konštrukcie	Pôvodný stav	Nový stav	Požadované	Doporučené
	U ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$)	U ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$)	$U_{N,20}$ ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$)	$U_{rec,20}$ ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$)
SCH1, SCH2	0,96	0,157	0,24	0,16
	Splnenie požiadaviek		Áno	Áno

8.3.2. Ročné úspory energie

Týmto opatrením dôjde k zníženiu tepelných strát objektu a tým i k zníženiu spotreby tepla. Tepelné straty pred a po realizácii opatrenia sú uvedené nižšie v tabuľke.

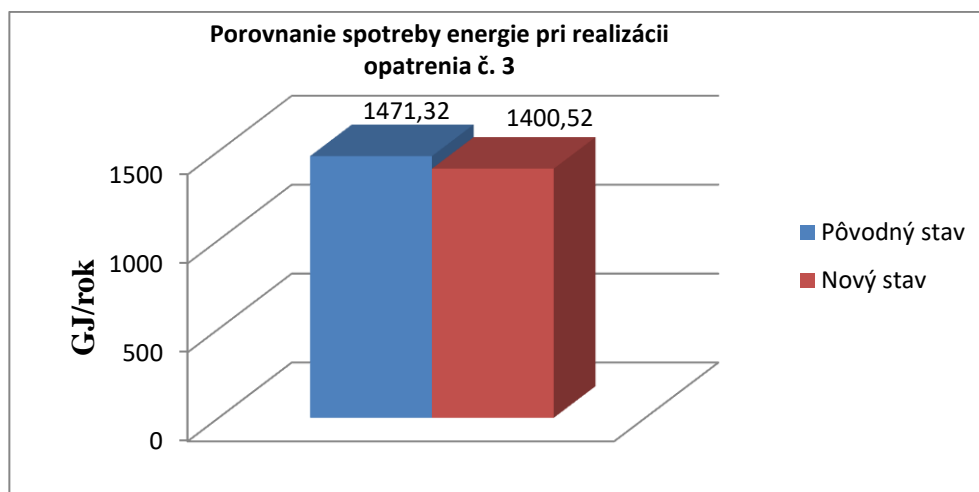
Tab. 8-10 Porovnanie tepelných strát bytového domu

Zateplenie strešnej konštrukcie	Pôvodný stav	Nový stav
	W	W
Celková tepelná strata objektu	128591	120611

Tab. 8-11 Opatrenie č.3 – Úspory

Zateplenie strešnej konštrukcie	Pôvodný stav		Nový stav	
	GJ/rok	Kč/rok	GJ/rok	Kč/rok
Energetická náročnosť na kúrenie	1141,1	775948	1070,3	727804
Energetická náročnosť na prípravu TV	321	218280	321	218280
Energetická náročnosť spotreby elektriny	9,22	11520	9,22	11520
Celková energetická náročnosť	1471,32	1005748	1400,52	957604
Úspora energie na kúrenie	-	-	70,8	48144
Úspora energie na prípravu TV	-	-	-	-
Úspora elektrickej energie	-	-	-	-
Celková úspora energie			70,8	48144

Celková úspora energie je **70,8 GJ/ rok** čo činí **48 144 Kč/rok**.



Graf. 8-3 Porovnanie úspory č.3

8.3.3. Náklady na realizáciu

V uvedenej cene je zahrnutá cena za obstaranie materiálu a náklady spojené s realizáciou.

Tab. 8-12 Opatrenie č.3 – Náklady

Zateplenie strešnej konštrukcie		
Plocha konštrukcie	m ²	314,569
Cena za 1m ²	Kč	2500
Celkové náklady	Kč	786422,5

Celkové predpokladané náklady na zateplenie strešnej konštrukcie budovy sú **786 422,5 Kč**.

8.4. Opatrenie č. 4

8.4.1. Názov a popis opatrenia

Zateplenie podlahy nad suterénom a komunikačným priestorom

Toto opatrenie bude zahŕňať zateplenie stropnej konštrukcie, ktorá je nad nevykurovaným technickým suterénom a z časti nad zádverím. Stropná konštrukcia bude zateplená tak, aby spĺňala doporučené hodnoty

v norme ČSN 73 0540 – 2 (2011). Použitá tepelná izolácia bude EPS 100S z expandovaného polystyrénu hrúbky 80 nad zádverím a 100 mm nad technickým suterénom. Uvažovaný súčiniteľ tepelnej vodivosti je $\lambda = 0,037 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. Na izoláciu bude nanesená vápenná omietka hrúbky 15 mm

Tab. 8-13 Opatrenie č.4 – posúdenie konštrukcií podľa ČSN 73 0540-2 (2011)

Názov konštrukcie	Pôvodný stav	Nový stav	Požadované	Doporučené
	U ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$)	U ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$)	$U_{N,20}$ ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$)	$U_{rec,20}$ ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$)
PDL 1	2,06	0,421	0,75	0,50
PDL 2	2,06	0,359	0,60	0,40
Splnenie požiadaviek			Áno	Áno

8.4.2. Ročné úspory energie

Týmto opatrením dôjde k zníženiu tepelných strát objektu a tým i k zníženiu spotreby tepla. Tepelné straty pred a po realizácii opatrenia sú uvedené nižšie v tabuľke.

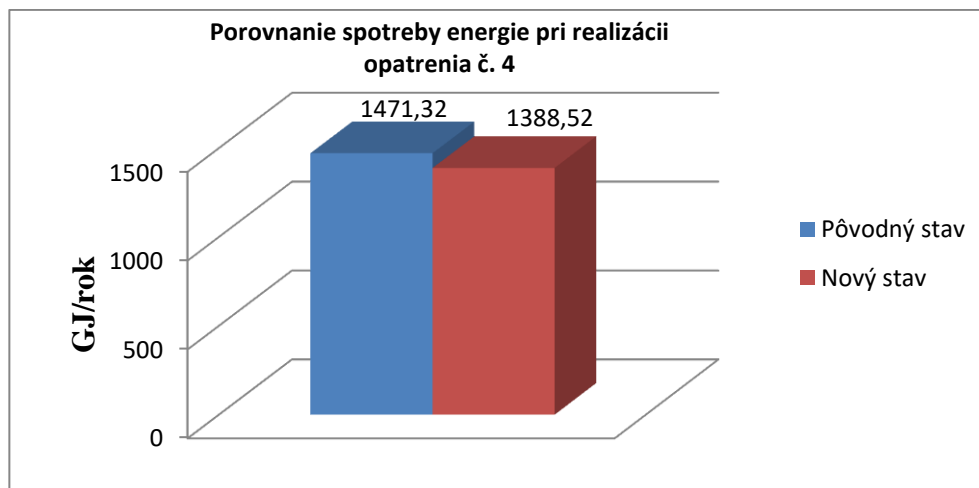
Tab. 8-14 Porovnanie tepelných strát bytového domu

Zateplenie stropnej konštrukcie	Pôvodný stav	Nový stav
	W	W
Celková tepelná strata objektu	128591	119247

Tab. 8-15 Opatrenie č.3 – Úspory

Zateplenie stropu nad suterénom a komunikačnými priestormi	Pôvodný stav		Nový stav	
	GJ/rok	Kč/rok	GJ/rok	Kč/rok
Energetická náročnosť na kúrenie	1141,1	775948	1058,3	719644
Energetická náročnosť na prípravu TV	321	218280	321	218280
Energetická náročnosť spotreby elektriny	9,22	11520	9,22	11520
Celková energetická náročnosť	1471,32	1005748	1388,52	949444
Úspora energie na kúrenie	-	-	82,8	56304
Úspora energie na prípravu TV	-	-	-	-
Úspora elektrickej energie	-	-	-	-
Celková úspora energie			82,8	56304

Celková úspora energie je **82,8 GJ/ rok** čo činí **56 304 Kč/rok**.



Graf. 8-4 Porovnanie úspory č.4

8.4.3. Náklady na realizáciu

V uvedenej cene je zahrnutá cena za obstaranie materiálu a náklady spojené s realizáciou

Tab. 8-16 Opatrenie č.4 – Náklady

Zateplenie stropu nad suterénom		
Plocha konštrukcie	m ²	251,853
Cena za 1m ²	Kč	1000
Celkové náklady	Kč	251853

Tab. 8-17 Opatrenie č.4 – Náklady

Zateplenie stropu nad zádverím		
Plocha konštrukcie	m ²	28,657
Cena za 1m ²	Kč	900
Celkové náklady	Kč	25791,3

Celkové predpokladané náklady na zateplenie stropnej konštrukcie sú **277 644,3 Kč.**

8.5. Opatrenie č. 5

8.5.1. Názov a popis opatrenia

Výmena rozvodov teplej úžitkovej vody

Toto opatrenie bude zahrňovať výmenu rozvodov teplej úžitkovej vody (ďalej TV) s cirkuláciou. Čerpadlo cirkulácie sa nebude meniť, nakoľko má 5 rokov a je ešte funkčné. Na rozvody bude použité viacvrstvé plastové potrubie PP-RCT zaizolované minerálnou vlnou obalenou hliníkovou fóliou so samolepiacim presahom. Uvažovaný súčiniteľ tepelnej vodivosti izolácie je $\lambda = 0,037 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

8.5.2. Ročné úspory energie

Na základe dodaných faktúr bolo zistené, že v starých rozvodoch TV dochádza k strate tepla **128,4 GJ/rok**. Pri výmene rozvodov TV a ich izolácii bude strata tepla **38,5 GJ/rok**. Úspora tepla bude o **89,88 GJ/rok**. Do ďalších výpočtov sa bude uvažovať len prínos úspory straty tepla v suteréne **19,81 GJ/rok**, nakoľko dochádzalo starými rozvodmi TV k vyhrievaniu obytnej zóny. Tieto straty bude po zaizolovaní TV pokrývať ústredné vykurovanie bytového domu.

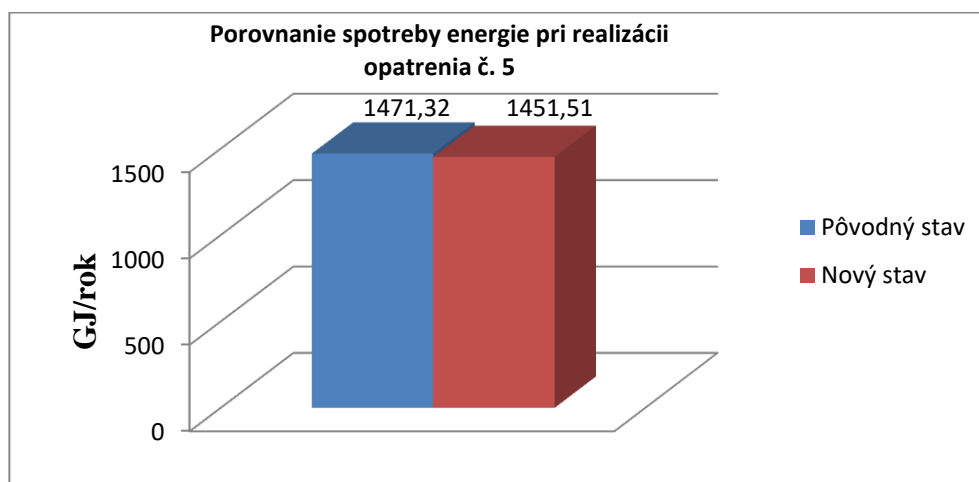
Tab. 8-18 Porovnanie strát tepla v rozvodoch TV

Nové rozvody TV	Pôvodný stav	Nový stav	Úspora
	GJ/rok	GJ/rok	GJ/rok
Straty			
Byty	100,1	30,03	70,07
Technický suterén	28,3	8,49	19,81
Príprava teplej vody	192,6	192,6	0
Celkové straty	321	231,12	89,88

Tab. 8-19 Opatrenie č.5 – Úspory

Výmena rozvodov TV	Pôvodný stav		Nový stav	
	GJ/rok	Kč/rok	GJ/rok	Kč/rok
Energetická náročnosť na kúrenie	1141,1	775948	1211,17	823596
Energetická náročnosť na prípravu TV	321	218280	231,12	157162
Energetická náročnosť spotreby elektriny	9,22	11520	9,22	11520
Celková energetická náročnosť	1471,32	1005748	1451,51	992277
Úspora energie na kúrenie	-	-	-70,07	-47648
Úspora energie na prípravu TV	-	-	89,88	61118,4
Úspora elektrickej energie	-	-	-	-
Celková úspora energie			19,81	13470,8

Celková úspora energie je **19,81 GJ/ rok** čo činí **13470,8 Kč/rok**.



Graf. 8-5 Porovnanie úspory č.5

8.5.3. Náklady na realizáciu

V uvedenej cene je zahrnutá cena za obstaranie materiálu a náklady spojené s realizáciou a demontáže starých rozvodov.

Tab. 8-20 Opatrenie č.5 – Náklady

Výmena rozvodov TV		
Dĺžka potrubia	m	552
Cena za 1 m	Kč	500
Celkové náklady	Kč	276000

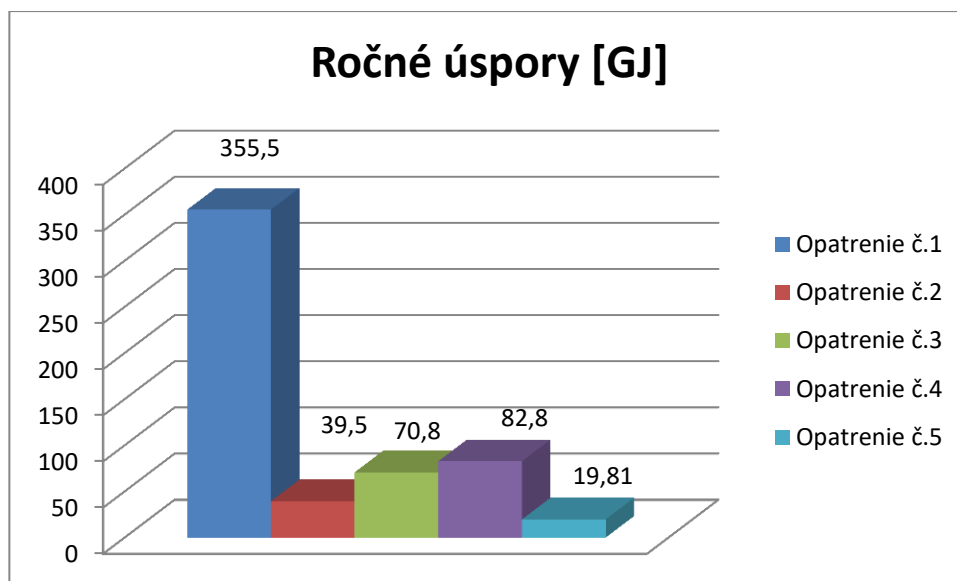
Celkové predpokladané náklady na výmenu rozvodov TV sú **276 000 Kč**.

9. VARIANTY OPATRENÍ KU ZVÝŠENIU ÚČINNOSTI

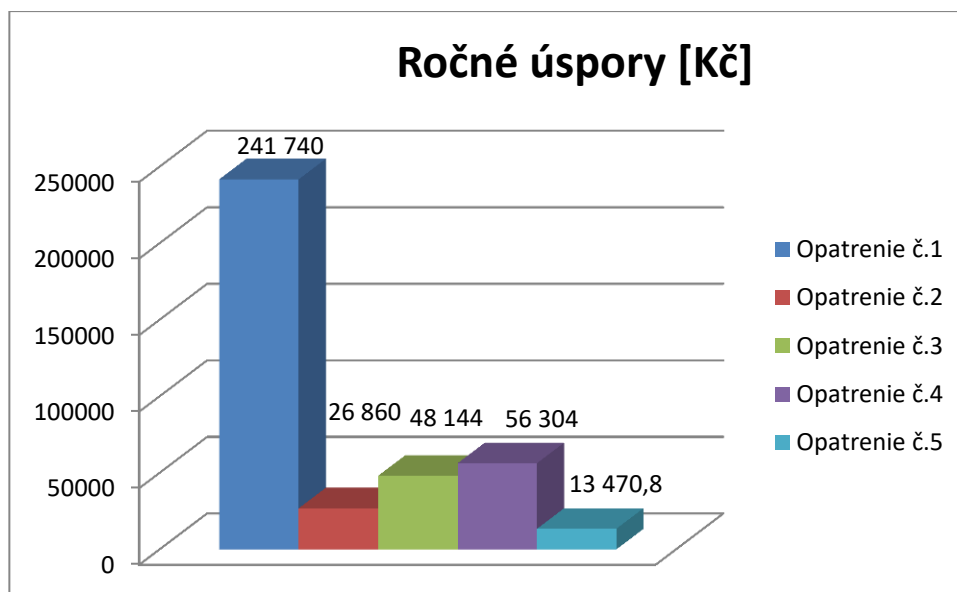
Jednotlivé varianty sú kombinácie navrhnutých úsporných opatrení tak, aby boli ekonomicky najvýhodnejšie. Preto nebolo zahrnuté ani do jednej z variant opatrenie č.2 – výmena výplní otvorov, pretože toto opatrenie je veľmi neekonomické, z dobou návratnosti veľmi dlhé a tým by zhoršovalo ekonomickú stránku danej varianty.

Úsporné opatrenia:

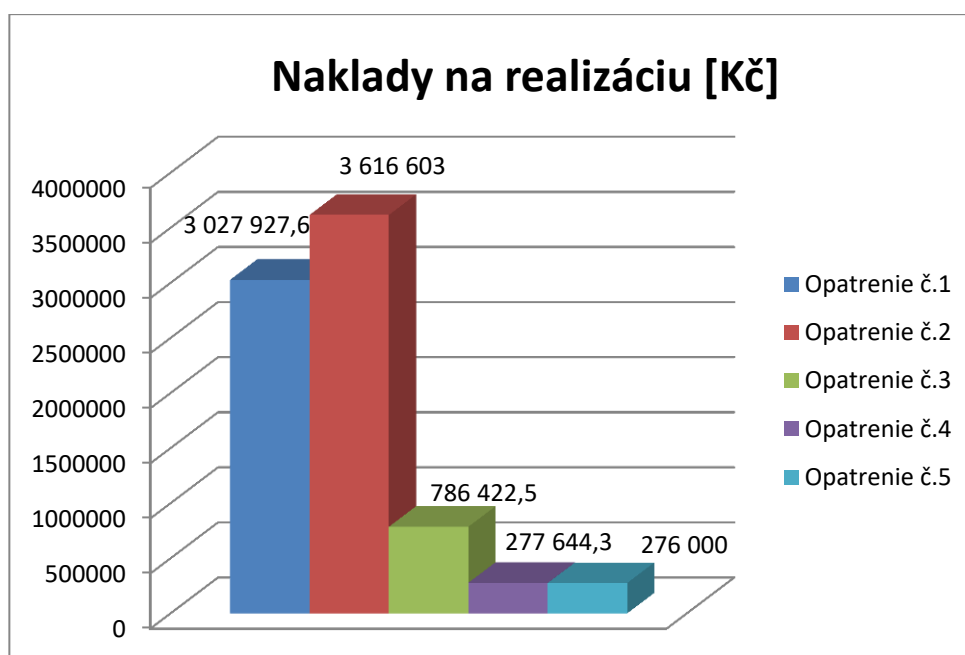
- Opatrenie č.1 – Zateplenie obvodového plášťa
- Opatrenie č.2 – Výmena výplní otvorov
- Opatrenie č.3 – Zateplenie strešnej konštrukcie
- Opatrenie č.4 – Zateplenie podlahy nad suterénom a komunikačným priestorom
- Opatrenie č.5 – Výmena rozvodov teplej úžitkovej vody



Graf. 9-1 Porovnanie ročných úspor energií jednotlivých opatrení



Graf. 9-2 Porovnanie ročných úspor financií jednotlivých opatrení



Graf. 9-3 Porovnanie nákladov na realizáciu jednotlivých opatrení

9.1. Popis navrhovaných variant

Varianta č.1

V tejto variante sú zahrnuté nasledujúce opatrenia:

- Opatrenie č.1 – Zateplenie obvodového plášťa
- Opatrenie č.3 – Zateplenie strešnej konštrukcie

1.2 Varianta č.2

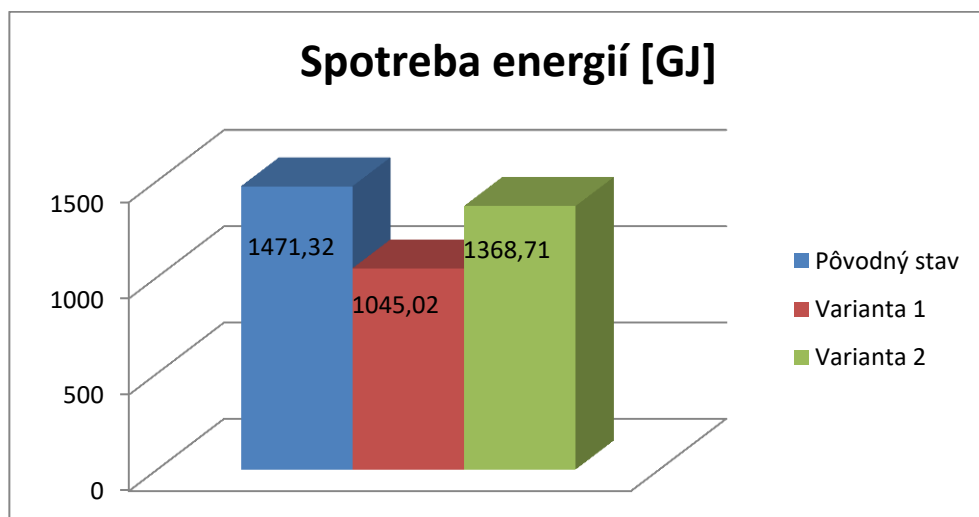
V tejto variante sú zahrnuté nasledujúce opatrenia:

- Opatrenie č.4 – Zateplenie podlahy nad suterénom a komunikačným priestorom
- Opatrenie č.5 – Výmena rozvodov teplej úžitkovej vody

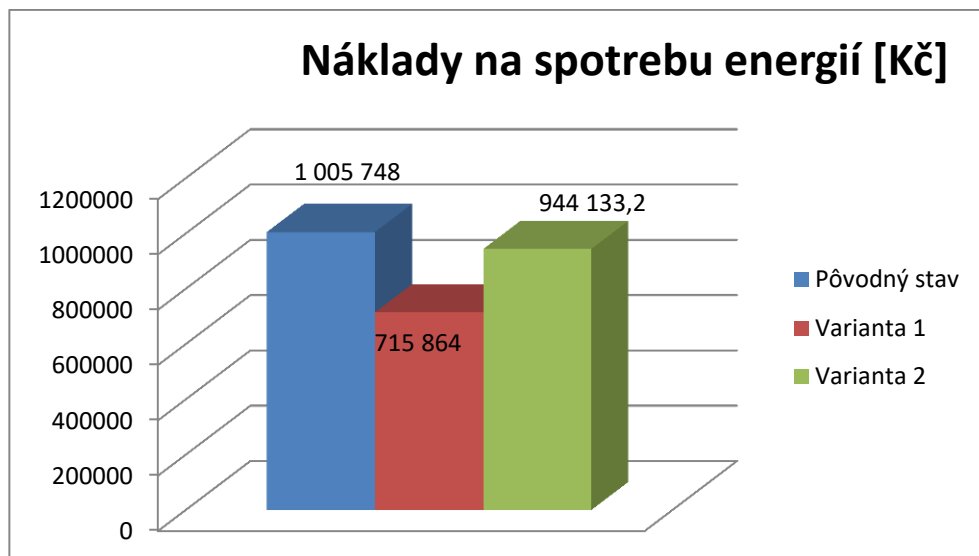
9.1.1. Ročné úspory energie

Tab. 9-1 Úspory jednotlivých variant

Varianta	1	2
Opatrenie	1+3	4+5
Úspory [GJ]	426,3	102,61



Graf. 9-4 Porovnanie ročnej spotreby energií

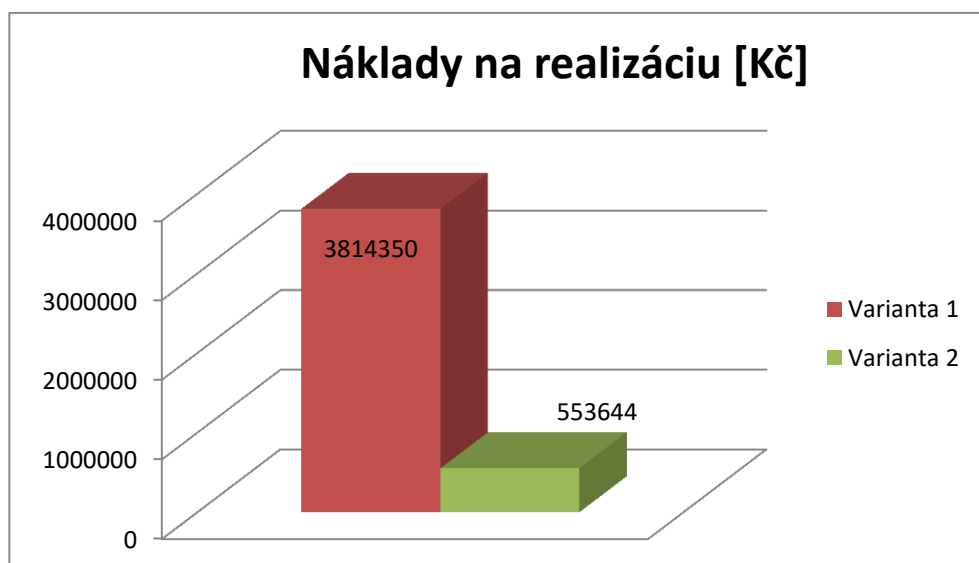


Graf. 9-5 Porovnanie nákladov na spotrebu energií po realizácii jednotlivých variant

9.1.2. Investičné náklady na realizáciu

Tab. 9-2 Náklady na realizáciu jednotlivých variant

Varianta	1	2
Opatrenie	1+3	4+5
Náklady na realizáciu [Kč]	3 814 350	553 644



Graf. 9-6 Porovnanie nákladov jednotlivých variant

9.2. Ekonomické vyhodnotenie navrhnutých variant

Ekonomické vyhodnotenie bolo spravené podľa vyhlášky 480/2012 Sb. , podľa vzťahov uvedených nižšie: [18]

1. Prostá doba návratnosti T_s

$$T_s = \frac{IN}{CF} \quad [roky];$$

kde IN – sú investičné výdaje projektu,

CF – ročné prínosy projektu.

2. Reálna doba návratnosti

$$\sum_{t=1}^{T_{sd}} CF_t * (1 + r)^{-t} - IN = 0 \quad [roky];$$

kde IN – sú investičné výdaje projektu,

CF_t – ročné úspory nákladov v roku t ,

$(1+r)^{-t}$ – je odúčiteľ,

r – je diskont.

3. Čistá súčasná hodnota NPV

$$NPV = \sum_{t=1}^{T_z} CF_t * (1 + r)^{-t} - IN \quad [tis. Kč/r];$$

kde IN – sú investičné výdaje projektu,

CF_t – ročné úspory nákladov v roku t ,

$(1+r)^{-t}$ – je odúčiteľ,

r – je diskont,

T_z – doba životnosti.

4. Vnútorné výnosové percento *IRR*

$$\sum_{t=1}^{T_z} CF_t * (1 + IRR)^{-t} - IN = 0 \quad [\%]$$

kde

IN – sú investičné výdaje projektu,

CF_t – ročné úspory nákladov v roku,

r – je diskont,

$(1+r)^t$ – je odúročiteľ.

Výpočet bol spravený podľa finančného kalkulátora pre hodnotenie ekonomickej efektívnosti investícií [19].

Tab. 9-3 Výsledky ekonomického vyhodnotenia

Parameter	Jednotka	Varianta 1	Varianta 2
Investičné výdavky projektu	Kč	3 814 350,1	553 644,3
Zmena nákladov na energie	Kč	0	0
Zmena ostatných prevádzkových nákladov	Kč	0	0
zmena osobných nákladov (mzdy, poistné)	Kč	0	0
zmena ostatných prevádzkových nákladov	Kč	0	0
zmena nákladov na emisie a odpady	Kč	0	0
Zmena tržieb (za teplo, elektrinu, využité odpady)	Kč	0	0
Prínosy projektu celkom	Kč	289 884	61 614,8
Doba hodnotenia	roky	20	20
Roční rast energie	%	3	3
Diskont	%	2	2
Ts - jednoduchá doba návratnosti	roky	12	9
Tsd - reálna doba návratnosti	roky	13	9
NPV - čistá súčasná hodnota	tis. Kč	2 431,522	773,915
IRR - vnútorné výnosové percento	%	7	12

Z uvedenej tabuľky je vidieť, že navrhnuté varianty majú čistou súčasnú hodnotu vyššiu ako 0 a tým pádom sú ekonomicky výhodné. Najvyššiu ju má varianta č.1

9.3. Ekologické vyhodnotenie navrhnutých variant

Z tabuľky uvedenej nižšie je z hľadiska ekologického vyhodnotenia lepšia varianta č.1, nakoľko dochádza k vzniku menších emisií

Tab. 9-4 Ekologické hodnotenie navrhnutých variant

Znečisťujúca látka	Pôvodný stav t/rok	Varianta I t/rok	Rozdiel t/rok	Varianta II t/rok	Rozdiel t/rok
Tuhé znečisťujúce látky	0,025912	0,018357	0,007555	0,024093	0,001819
PM ₁₀	0,012712	0,009006	0,003707	0,011820	0,000892
PM _{2,5}	0,008976	0,006359	0,002617	0,008346	0,000630
SO ₂	0,341644	0,242028	0,099617	0,317665	0,023979
Nox	0,230574	0,163358	0,067216	0,214394	0,016180
NH ₃	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
VCO	0,001023	0,000726	0,000296	0,000951	0,000071
CO ₂	198,601956	140,693489	57,908467	184,662739	13,939217

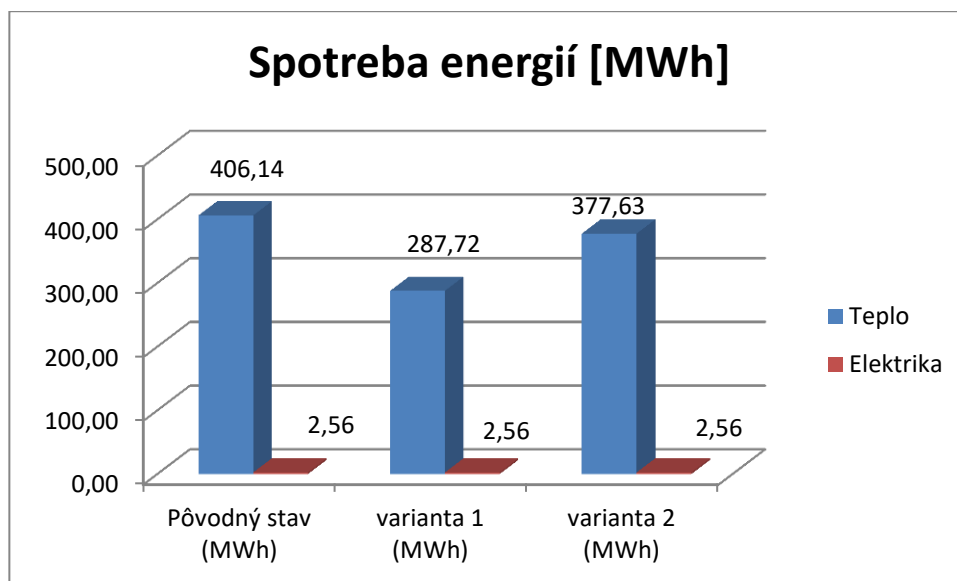
9.4. Stanovenie okrajových podmienok

Podrobné okrajové podmienky pri posudzovaní bytového domu už boli uvedené v predchádzajúcich kapitolách. V nižšie uvedenej tabuľke je výber základných okrajových podmienok.

Tab. 9-5 Okrajové podmienky

Typ zóny	Návrhová teplota [°C]	Výmena vzduchu n_p [h ⁻¹]
Zóna 1 (Byty)	20	0,5
Zóna 2 (Komunikačné priestory)	15	0,2
Príslušenstvo		
Technický suterén	10	-
Inštalčné podlažie pod suterénom	5	-

9.5. Celková energetická bilancia



Graf. 9-7 Spotřeba tepla a elektřiny

10. VÝBER OPTIMÁLNĚJ VARIANTY

10.1. Na základě výsledků ekonomického vyhodnocení

Podľa ekonomického vyhodnocení v tabuľke č. 9.3 sa dá povedať, že obidve navrhnuté varianty majú *NPV* (čistú súčasnú hodnotu) vyššiu ako nula, tým pádom môžeme tvrdiť, že sú ekonomicky efektívne. *IRR* – vnútorné výnosové percento je vo variante č.1 7 % a vo variante č.2 12 %.

Podľa ekologického vyhodnocení vychádza taktiež varianta č.1 lepšia, nakoľko dochádza k vzniku menších emisií. Na základe týchto výsledkov spracovateľ energetického auditu doporučuje realizáciu č.1, ktorá vychádza z ekonomického a ekologického hľadiska najlepšie.

10.2. Podľa kritérií dotačných programov

Energetický audit bytového domu bol spracovaný v čase, kedy nebolo možné využiť žiadneho dotačného programu

11. DOPORUČENIE ENERGETICKÉHO ŠPECIALISTU

11.1. Popis optimálnej varianty

Na základe výsledkov ekonomického vyhodnotenia s ohľadom na veľkosť úspory energie a ekologického vyhodnotenia doporučuje spracovateľ energetického auditu realizáciu varianty č.1. V tejto variante sú zahrnuté nasledujúce opatrenia:

- Opatrenie č.1 – Zateplenie obvodového plášťa suterénom a komunikačným priestorom
- Opatrenie č.3 – Zateplenie strešnej konštrukcie

11.2. Ročné úspory energie

Spotreba tepla sa ročne zníži o 426,3 GJ, tým sa ušetrí 289 884 Kč. Hodnoty sú uvedené v tabuľke nižšie

Tab. 11-1 Ročné úspory vybranej varianty č.1

Ročné hodnoty	Pôvodný stav	Varianta 2	Rozdiel
Celková spotreba [GJ]	1471,32	955,14	426,3
Celková spotreba [Kč]	1005748,00	715 864	289 884
Spotreba tepla [GJ]	1462,10	945,92	426,3
Spotreba elektriky [GJ]	9,22	9,22	0,00

11.3. Náklady v tis. Kč na realizáciu

Celkové náklady varianty č.1 sú **3814,350 tis.Kč**. Rozdelené náklady sú popísané nižšie v tabuľke.

Tab. 11-2 Náklady varianty č. 1 – rozdelenie podľa opatrení

Opatrenia	1	3
Náklady [tis.Kč]	3027,928	786,4225

11.4. Upravená energetická bilancia pre optimálnu variantu

Tab. 11-3 Upravená energetická bilancia

r.	Ukazovateľ	Pred realizáciou projektu			Po realizácii projektu		
		Energia		Náklady	Energia		Náklady
		(GJ)	(MWh)	(Kč)	(GJ)	(MWh)	(Kč)
1	Vstupy palív a energie	1471,33	408,70	1 005 748	955,14	265,32	715 864
2	Zmena zásob palív	0	0	0	0	0	0
3	Spotreba palív a energie (r.1 + r.2)	1471,33	408,70	1 005 748	955,14	265,32	715 864
4	Predaj energie cudzím	0	0	0	0	0	0
5	Konečná spotreba palív a energie (r.3 - r.4)	1471,33	408,70	1 005 748,00	955,14	265,32	715 864
6	Straty vo vlastných zdrojoch a rozvodoch energie (z r.5)	0	0	0	0	0	0
7	Spotreba energie na vykurovanie (z r.5)	1141,40	316,97	775 948	714,80	198,56	486 064
8	Spotreba energie na chladenie (z r.5)	0	0	0	0	0	0
9	Spotreba energie na prípravu teplej vody (z r.5)	321,00	89,17	218 280	321,00	89,17	218 280
10	Spotreba energie na vetranie (z r.5)	0	0	0	0	0	0
11	Spotreba energie na úpravu vlhkosti (z r.5)	0	0	0	0	0	0
12	Spotreba energie na osvetlenie (z r.5)	7,20	2,00	9000	7,20	2,00	9000
13	Spotreba energie na technologické a ostatné procesy (z r.5)	2,02	0,56	2520	2,02	0,56	2520

11.5. Ekonomické a ekologické vyjadrenie pre optimálnu variantu

Ako už bolo v predchádzajúcej kapitole spomínané, **vyrianta č.1** bola vybraná na základe ekonomicko - ekologického rozhodnutia. Reálna návratnosť investícií tejto varianty je za **13** rokov. Z ekologického hľadiska je varianta č.1 tiež výhodná, pretože dochádza k zníženiu emisií oproti pôvodnému stavu. Najväčší rozdiel je v znížení CO₂ a to o hodnotu **57,9** ton za rok.

11.6. Návrh vhodnej koncepcie systému manažmentu hospodárenia s energiou

Nie je predmetom hodnotenia.

11.7. Popis okrajových podmienok pre optimálnu variantu

Okrajové podmienky týkajúce exteriéru a interiéru už boli popísané v predchádzajúcich kapitolách. Taktiež boli splnené i podmienky ako sú navrhnuté hrúbky tepelných izolácií a ich súčiniteľov tepelnej vodivosti λ [$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$].

12. EVIDENČNÝ LIST ENERGETICKÉHO AUDITU

Evidenční list energetického auditu (EA) podle zákona č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů

Evidenční číslo

-

1. Část - Identifikační údaje

1. Jméno (jména), příjmení / název nebo obchodní firma vlastníka EA

Spoločenstvo Brno Dunajská 35

2. Adresa trvalého bydliště / sídlo, případně adresa pro doručování

a)
ulice

Dunajská

b) č.p. /
č.o.

163/35

c) část obce

-

d)
obec

Brno – Starý Lískovec

e) PSČ

625 00

f) email

g) telefon

3. Identifikační číslo

47897235

4. Údaje o statutárním orgánu

a) jméno

-

b) kontakt

-

5. Předmět energetického auditu

a) název

Bytový dom

b) adresa

Dunajská č.163/35, 625 00 Brno – Starý Lískovec

c) popis předmětu EA

Predmetom energetického auditu je bytový dom, ktorý sa nachádza na ulici Dunajská č.163/35 v Brne. Budovu tvorí celkom 8 nadzemných podlaží, technický suterén a inštalačné podlažie, v ktorom sú vedené inžinierske siete. Pôdorysný tvar je členitý – pravouhlý o rozmeroch 26,4m x 20,79m. Nosnú časť bytového domu tvorí konštrukčná sústava B70 – celo stenový ŽB panel. Strecha objektu je plochá, so sklonom do 5°. Výplne otvorov sú plastové, jednoduché s dvojsklom. Celý objekt je vykurovaný.

2. Část - Popis stávajícího stavu předmětu EA**1. Charakteristika hlavních činností**

Objekt je připojený k odberu elektrickej energie a tepla. Voda pre prípravu TV a vykurovanie objektu je pripravovaná vo výmenníkovej stanici mimo budovu. Objekt preto nemá vlastný zdroj energie.

2. Vlastní zdroje energie**a) zdroj tepla**

počet	-	ks
instalovaný výkon	-	MW
roční výroba	-	MWh
roční spotřeba paliva	-	MWh/r

b) zdroj elektřiny

počet	-	ks
instalovaný výkon	-	MW
roční výroba	-	MWh
roční spotřeba paliva	-	MWh/r

c) kombinovaná výroba elektřiny a tepla

počet	-	ks
instal. výkon elektrický	-	MW
instal. výkon tepelný	-	MW
roční výroba elektřiny	-	MWh
roční výroba tepla	-	MWh
roční spotřeba paliva	-	GJ/r

d) druhy primárního zdroje energie

druh OZE	-
druh DEZ	-
fosilní zdroje	-

3. Spotřeba energie

<u>Druh spotřeby</u>	Příkon	Spotřeba energie	Energonosi tel
-			
Ztráty ve vlastních zdrojích a rozvodech	-	MW	-
Vytápění	-	MW	316,97 MWh/r
			Teplo z CZT

Chlazení	-	MW	-	MWh/r	-
Větrání	-	MW	-	MWh/r	-
Úprava vlhkosti	-	MW	-	MWh/r	-
Příprava TV	-	MW	89,17	MWh/r	Teplo z CZT
Osvětlení	-	MW	2,0	MWh/r	Elektrina
Technologie	-	MW	0,56	MWh/r	Elektrina
Celkem	-	MW	408,70	MWh/r	Teplo z CZT, Elektrina

3. Část - Doporučená varianta navrhovaných opatření

1. Popis doporučených opatření

- | | |
|--------------|---|
| Varianta č.1 | <ul style="list-style-type: none"> Zateplenie obvodového pláštá Zateplenie strešnej konštrukcie |
|--------------|---|

2. Úspory energie a nákladů

Spotřeba a náklady na energii - celkem

	Stávající stav		Navrhovaný stav		Úspory	
Energie	408,70	MWh/r	290,28	MWh/r	118,42	MWh/r
Náklady	1005,748	tis. Kč/r	715,864	tis. Kč/r	289,884	tis. Kč/r

Spotřeba energie

	Stávající stav		Navrhovaný stav		Úspory	
Ztráty ve vlastních zdrojích a rozvodech	-	MWh/r	-	MWh/r	-	MWh/r
Vytápění	316,97	MWh/r	198,56	MWh/r	118,42	MWh/r
Chlazení	-	MWh/r	-	MWh/r	-	MWh/r
Větrání	-	MWh/r	-	MWh/r	-	MWh/r
Úprava vlhkosti	-	MWh/r	-	MWh/r	-	MWh/r

Příprava TV	89,17	MWh/r	89,17	MWh/r	0	MWh/r
Osvětlení	2,0	MWh/r	2,0	MWh/r	0	MWh/r
Technologie	0,56	MWh/r	0,56	MWh/r	0	MWh/r
3. Dosažená úspora energie podle jednotlivých energonositelů						
	Stávající stav		Navrhovaný stav		Úspory	
Elektřina	2,56	MWh/r	2,56	MWh/r	0,00	MWh/r
SZTE	406,14	MWh/r	287,72	MWh/r	118,42	MWh/r
ZP	0,00	MWh/r	0,00	MWh/r	0,00	MWh/r
TO	0,00	MWh/r	0,00	MWh/r	0,00	MWh/r
Uhlí	0,00	MWh/r	0,00	MWh/r	0,00	MWh/r
OZE	0,00	MWh/r	0,00	MWh/r	0,00	MWh/r
DZL	0,00	MWh/r	0,00	MWh/r	0,00	MWh/r
PHM	0,00	MWh/r	0,00	MWh/r	0,00	MWh/r
Ostatní	0,00	MWh/r	0,00	MWh/r	0,00	MWh/r

4. Podíl z celkových investičních nákladů (%)

Náklady při výrobě energie		Náklady při distribuci energie	
OZE	0	Rozvody tepla	0
KVET	0	Ostatní	0

Ostatní

0

Náklady při spotřebě energie

Budovy - úprava obálky

100

Technologie

0

Budovy - technické systémy

0

Ostatní

0

5. Ekonomické hodnocení

doba hodnocení

20

roků

diskontní míra

2,0

%

reálna doba návratnosti

13

roků

investiční náklady

3814,3501

tis. Kč

prostá doba návratnosti

12

roků

cash flow

289,884

tis. Kč/r

IRR

7

%

NPV

2431,522

tis. Kč/r

Rok realizace

2017

6. Ekologické hodnocení

Parametr	Výchozí stav	Varianta I	Rozdíl	Varianta II	Rozdíl
	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok
Tuhé znečišťující látky (TZL)	0,025912	0,018357	0,007555	0,024093	0,001819
PM ₁₀	0,012712	0,009006	0,003707	0,011820	0,000892
PM _{2,5}	0,008976	0,006359	0,002617	0,008346	0,000630
SO ₂	0,341644	0,242028	0,099617	0,317665	0,023979
NO _x	0,230574	0,163358	0,067216	0,214394	0,016180
NH ₃	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
VOC	0,001023	0,000726	0,000296	0,000951	0,000071
CO ₂	198,601956	140,69348	57,908467	184,6627	13,939217

4. Část - Údaje o energetickém specialistovi

1. Jméno (jména) a příjmení	Titul
Tomáš Fečer	Bc.
2. Číslo oprávnění v seznamu ener. specialistů	3. Datum vydání oprávnění
-	-
4. Podpis	5. Datum
-	10. 01. 2017

13. PREUKAZ ENERGETICKEJ NÁROČNOSTI BUDOVY

Účel zpracování průkazu

<input type="checkbox"/> Nová budova	<input type="checkbox"/> Budova užívaná orgánem veřejné moci
<input type="checkbox"/> Prodej budovy nebo její části	<input checked="" type="checkbox"/> Pronájem budovy nebo její části
<input type="checkbox"/> Větší změna dokončené budovy	<input type="checkbox"/> Žádost o poskytnutí dotace
<input type="checkbox"/> Jiný účel zpracování :	

Základní informace o hodnocené budově

Identifikační údaje budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ) :	Dunajská 163/35 625 00, Brno - Starý Lískovec
Katastrální území :	Starý Lískovec
Parcelní číslo :	163
Datum uvedení do provozu (nebo předpokládané uvedení do provozu) :	1.12.1980
Vlastník nebo stavebník :	Spoločenstvo Brno Dunajská 35
Adresa :	Dunajská č.163/35, 625 00 Brno – Starý Lískovec
IČ :	46399504
Telefon :	
email :	

Typ budovy		
<input type="checkbox"/> Rodinný dům	<input checked="" type="checkbox"/> Bytový dům	<input type="checkbox"/> Budova pro ubytování a stravování
<input type="checkbox"/> Administrativní budova	<input type="checkbox"/> Budova pro zdravotnictví	<input type="checkbox"/> Budova pro vzdělávání
<input type="checkbox"/> Budova pro sport	<input type="checkbox"/> Budova pro obchodní účely	<input type="checkbox"/> Budova pro kulturu
<input type="checkbox"/> Jiné druhy budovy :		

Geometrické charakteristiky budovy		
Parametr	jednotky	hodnota
Objem budovy V (objem částí budovy s upravovaným vnitřním prostředím vymezený vnějšími povrchy konstrukcí obálky budovy)	[m ³]	7 780,7
Celková plocha obálky A (součet vnějších ploch konstrukcí ohraničujících objem budovy V)	[m ²]	3 409,9
Objemový faktor tvaru budovy A/V	[m ² /m ³]	0,438
Celková energeticky vztažná plocha A _c	[m ²]	2 576,4

Druhy energie (energonositelé) užívané v budově	
<input type="checkbox"/> Hnědé uhlí	<input type="checkbox"/> Černé uhlí
<input type="checkbox"/> Topný olej	<input type="checkbox"/> Propan - butan / LPG
<input type="checkbox"/> Kusové dřevo, dřevní štěpka	<input type="checkbox"/> Dřevěné peletky
<input type="checkbox"/> Zemní plyn	<input checked="" type="checkbox"/> Elektřina
<input type="checkbox"/> Jiná paliva nebo jiný typ zásobování :	
<input checked="" type="checkbox"/> Soustava zásobování tepelnou energií (dálkové teplo): <u>podíl OZE:</u> <input type="checkbox"/> do 50% včetně, <input type="checkbox"/> nad 50% do 80%, <input checked="" type="checkbox"/> nad 80%	
<input type="checkbox"/> Energie okolního prostředí : <u>účel:</u> <input type="checkbox"/> na vytápění, <input type="checkbox"/> pro přípravu teplé vody, <input type="checkbox"/> na výrobu elektrické energie	
Druhy energie dodávané mimo budovu	
<input type="checkbox"/> Elektřina	<input type="checkbox"/> Teplo <input checked="" type="checkbox"/> Žádné

Informace o stavebních prvcích a konstrukcích a technických systémech

A) stavební prvky a konstrukce

a.1) požadavky na součinitel prostupu tepla						
Konstrukce obálky budovy	Plocha A_j	Součinitel prostupu tepla			Činitel teplotní redukce b_j	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$
		Vypočtená hodnota U_j	Referenční hodnota $U_{N,rq,j}$	Splněno		
	[m ²]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	(ano/ne)	[-]	[W/K]
SO1 - stena na J, hr.200 mm	102,9	1,26	0,30 / 0,25	-	1,00	129,2
OJD1 - v SO1 na J1	8,2	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	11,5
OJD2 - v SO1 na J2	8,2	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	11,5
OJD3 - v SO1 na J3	8,2	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	11,5
OJD4 - v SO1 na J4	8,2	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	11,5
OJD5 - v SO1 na J5	8,2	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	11,5
OJD6 - v SO1 na J6	8,2	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	11,5
OJD7 - v SO1 na J7	8,2	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	11,5
OJD8 - v SO1 na J8	8,2	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	11,5
DB1 - v SO1 na J1	4,6	1,40	1,70 / 1,20	-	1,00	6,4
DB2 - v SO1 na J2	4,6	1,40	1,70 / 1,20	-	1,00	6,4
DB3 - v SO1 na J3	4,6	1,40	1,70 / 1,20	-	1,00	6,4
DB4 - v SO1 na J4	4,6	1,40	1,70 / 1,20	-	1,00	6,4
DB5 - v SO1 na J5	4,6	1,40	1,70 / 1,20	-	1,00	6,4
DB6 - v SO1 na J6	4,6	1,40	1,70 / 1,20	-	1,00	6,4
DB7 - v SO1 na J7	4,6	1,40	1,70 / 1,20	-	1,00	6,4
DB8 - v SO1 na J8	4,6	1,40	1,70 / 1,20	-	1,00	6,4
SO2 - stena na Z, panel hr. 270mm	366,8	0,95	0,30 / 0,25	-	1,00	349,3
OJD17- v SO2 na Z1	4,8	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	6,8
OJD18- v SO2 na Z2	4,8	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	6,8
OJD19- v SO2 na Z3	4,8	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	6,8
OJD20- v SO2 na Z4	4,8	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	6,8
OJD21- v SO2 na Z5	4,8	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	6,8
OJD22- v SO2 na Z6	4,8	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	6,8
OJD23- v SO2 na Z7	4,8	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	6,8
OJD24- v SO2 na Z8	4,8	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	6,8
SO3 - stena na J, panel hr. 270mm	297,0	0,95	0,30 / 0,25	-	1,00	282,8
OJD9 - v SO3 na J1	11,4	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	15,9
OJD10 - v SO3 na J2	11,4	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	15,9

a.1) požadavky na součinitel prostupu tepla						
Konstrukce obálky budovy	Plocha A_j	Součinitel prostupu tepla			Činitel teplotní redukce b_j	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$
		Vypočtená hodnota U_j	Referenční hodnota $U_{N,rq,j}$	Splněno		
	[m ²]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	(ano/ne)	[-]	[W/K]
OJD11 - v SO3 na J3	11,4	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	15,9
OJD12 - v SO3 na J4	11,4	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	15,9
OJD13 - v SO3 na J5	11,4	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	15,9
OJD14 - v SO3 na J6	11,4	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	15,9
OJD15 - v SO3 na J7	11,4	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	15,9
OJD16- v SO3 na J8	11,4	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	15,9
DB17 - v SO3 na J1	2,3	1,40	1,70 / 1,20	-	1,00	3,2
DB18 - v SO3 na J2	2,3	1,40	1,70 / 1,20	-	1,00	3,2
DB19 - v SO3 na J3	2,3	1,40	1,70 / 1,20	-	1,00	3,2
DB20 - v SO3 na J4	2,3	1,40	1,70 / 1,20	-	1,00	3,2
DB21 - v SO3 na J5	2,3	1,40	1,70 / 1,20	-	1,00	3,2
DB22 - v SO3 na J6	2,3	1,40	1,70 / 1,20	-	1,00	3,2
DB23 - v SO3 na J7	2,3	1,40	1,70 / 1,20	-	1,00	3,2
DB24 - v SO3 na J8	2,3	1,40	1,70 / 1,20	-	1,00	3,2
SO4 - stena na Z, hr.200 mm	49,2	1,26	0,30 / 0,25	-	1,00	61,8
OJD25 OZ25- v SO4 na Z1	4,1	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	5,7
OJD26 OZ26- v SO4 na Z2	4,1	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	5,7
OJD27 OZ27- v SO4 na Z3	4,1	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	5,7
OJD28 OZ28- v SO4 na Z4	4,1	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	5,7
OJD29 OZ29- v SO4 na Z5	4,1	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	5,7
OJD30 OZ30- v SO4 na Z6	4,1	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	5,7
OJD31 OZ31- v SO4 na Z7	4,1	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	5,7
OJD32 OZ32- v SO4 na Z8	4,1	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	5,7
DB9 - v SO4 na Z1	2,3	1,40	1,70 / 1,20	-	1,00	3,2
DB10 - v SO4 na Z2	2,3	1,40	1,70 / 1,20	-	1,00	3,2
DB11 - v SO4 na Z3	2,3	1,40	1,70 / 1,20	-	1,00	3,2
DB12 - v SO4 na Z4	2,3	1,40	1,70 / 1,20	-	1,00	3,2
DB13 - v SO4 na Z5	2,3	1,40	1,70 / 1,20	-	1,00	3,2
DB14 - v SO4 na Z6	2,3	1,40	1,70 / 1,20	-	1,00	3,2
DB15 - v SO4 na Z7	2,3	1,40	1,70 / 1,20	-	1,00	3,2
DB16 - v SO4 na Z8	2,3	1,40	1,70 / 1,20	-	1,00	3,2

a.1) požadavky na součinitel prostupu tepla						
Konstrukce obálky budovy	Plocha A_j	Součinitel prostupu tepla			Činitel teplotní redukce b_j	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$
		Vypočtená hodnota U_j	Referenční hodnota $U_{N,rq,j}$	Splněno		
	[m ²]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	(ano/ne)	[-]	[W/K]
SO5 - stena na S, panel hr. 270mm	292,2	0,95	0,30 / 0,25	-	1,00	278,3
OJD33- v SO5 na S1	7,3	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	10,1
OJD34- v SO5 na S2	12,1	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	16,9
OJD35- v SO5 na S3	12,1	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	16,9
OJD36- v SO5 na S4	12,1	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	16,9
OJD37- v SO5 na S5	12,1	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	16,9
OJD38- v SO5 na S6	12,1	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	16,9
OJD39- v SO5 na S7	12,1	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	16,9
OJD40- v SO5 na S8	12,1	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	16,9
SO6 - stena na V, panel hr. 270mm	363,0	0,95	0,30 / 0,25	-	1,00	345,7
SN2 - stena do chodby	449,2	2,73	0,60 / 0,40	-	1,00	1 225,4
DN1 v SN2	58,2	2,00	1,70 / 1,20	-	1,00	116,4
SCH1	280,5	0,96	0,24 / 0,16	-	1,00	270,3
PDL1 podlaha nad nad chodbou	280,5	2,06	0,60 / 0,40	-	1,00	577,2
SO7 - stena na Z, panel hr. 200mm (z2)	11,9	1,26	0,30 / 0,25	-	1,00	14,9
OA1- v SO7 na Z1 (z2)	6,2	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	8,6
OA2- v SO7 na Z2 (z2)	4,9	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	6,9
OA3- v SO7 na Z3 (z2)	4,9	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	6,9
OA4- v SO7 na Z4 (z2)	4,9	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	6,9
OA5- v SO7 na Z5 (z2)	4,9	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	6,9
OA6- v SO7 na Z6 (z2)	4,9	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	6,9
OA7- v SO7 na Z7 (z2)	4,9	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	6,9
OA8- v SO7 na Z8 (z2)	4,9	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	6,9
SO8 - stena na S, panel hr. 270mm (z2)	188,8	0,95	0,30 / 0,25	-	1,00	179,8
OA9- v SO8 na S1 (z2)	5,1	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	7,1
OA10- v SO8 na S2 (z2)	5,1	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	7,1
OA11- v SO8 na S3 (z2)	5,1	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	7,1
OA12- v SO8 na S4 (z2)	5,1	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	7,1
OA13- v SO8 na S5 (z2)	5,1	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	7,1
OA14- v SO8 na S6 (z2)	5,1	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	7,1
OA15- v SO8 na S7 (z2)	5,1	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	7,1
OA16 v SO8 na S8 (z2)	5,1	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	7,1
OA17- v SO8 na S1 (z2)	2,4	1,40	1,50 / 1,20	-	1,00	3,4

a.1) požadavky na součinitel prostupu tepla						
Konstrukce obálky budovy	Plocha A_j	Součinitel prostupu tepla			Činitel teplotní redukce b_j	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$
		Vypočtená hodnota U_j	Referenční hodnota $U_{N,rq,j}$	Splněno		
	[m ²]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	(ano/ne)	[-]	[W/K]
DO1 - v SO8 na S1 (z2)	8,3	1,40	3,50 / 2,30	-	1,00	11,6
SO9 - stena na V, panel hr. 270mm (z2)	10,4	0,95	0,30 / 0,25	-	1,00	9,9
SO10 - stena k zemine, hr. 450mm	18,9	1,41	0,85 / 0,60	-	0,41	11,0
SN3 - stena komun. priest. (z2)	52,4	2,73	0,60 / 0,40	-	1,00	143,0
DN2 v SN3	9,1	2,00	1,70 / 1,20	-	1,00	18,2
SCH2 - (z2)	34,1	0,96	0,24 / 0,16	-	1,00	32,8
PDL2 - podlaha nad suterénom	59,9	2,06	0,60 / 0,40	-	1,00	123,2
Tepelné vazby mezi konstrukcemi	3 409,9	0,100	-	-	1,00	341,0
Celkem	3 409,9					5 189,3

Poznámka

Hodnocení splnění požadavku ve sloupci Splněno je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

a.2) požadavky na průměrný součinitel prostupu tepla			
Zóna	Převažující návrhová vnitřní teplota $\Theta_{im,j}$	Objem zóny V_j	Referenční hodnota průměrného součinitele prostupu tepla zóny $U_{em,R,j}$
	[°C]	[m ³]	[W/(m ² ·K)]
Zóna 1 - Z1 - obytná	20,0	6 777,1	0,58
Zóna 2 - Z2 - schodisko	15,0	1 003,6	0,99

Budova	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy		
	Vypočtená hodnota U_{em} ($U_{em} = H_T/A$)	Referenční hodnota $U_{em,R}$ ($U_{em,R} = \Sigma(V_i \cdot U_{em,R,i})/V$)	Splněno
	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	(ano/ne)
	1,522	0,635	NE

Poznámka

Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy, budovy s téměř nulovou spotřebou energií a u větší změny dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. a) a písm. b).

B) technické systémy

b.1.a) vytápění							
Hodnocená budova / zóna	Typ zdroje	Energonositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na vytápění	Jmenovitý tepelný výkon	Účinnost výroby energie zdrojem tepla $\eta_{H,gen}$ nebo $COP_{H,gen}$	Účinnost distribuce energie na vytápění $\eta_{H,dis}$	Účinnost sdílení energie na vytápění $\eta_{H,em}$
	[-]	[-]	[%]	[kW]	[%]/[-]	[%]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	80,0	85,0	80,0
Z1 - obytná	CZT	CZT s více jak 80% OZE	100,0	500,0	99,0	85	88
Z2 - schodiško	CZT	CZT s více jak 80% OZE	100,0	500,0	99,0	85	88

b.1.b) požadavky na účinnost technického systému k vytápění				
Hodnocená budova / zóna	Typ zdroje	Účinnost výroby energie zdrojem tepla $\eta_{H,gen}$ nebo $COP_{H,gen}$	Účinnost výroby energie referenčního zdroje tepla $\eta_{H,gen,rq}$ nebo $COP_{H,gen}$	Požadavek splněn
	[-]	[%]/[-]	[%]/[-]	[ano/ne]
Z1 - obytná	CZT	99,0	80,0	NE
Z2 - schodiško	CZT	99,0	80,0	NE

Poznámka

Hodnocení splnění požadavku ve sloupci Splněno je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 od st. 2 písm. c).

b.5.a) příprava teplé vody (TV)								
Hodnocená budova / zóna	Systém přípravy TV v budově	Energonositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na přípravu teplé vody	Jmenovitý příkon pro ohřev TV	Objem zásobníku u TV	Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen}$ nebo $COP_{W,gen}$	Měrná tepelná ztráta zásobníku teplé vody $Q_{W,st}$	Měrná tepelná ztráta rozvodů teplé vody $Q_{W,dis}$
	[-]	[-]	[%]	[kW]	[litry]	[%]/[-]	[Wh/(l·den)]	[Wh/(m·den)]
Referenční budova	x	x	x	x	x	85	5	150

b.5.a) příprava teplé vody (TV)								
Hodnocená budova / zóna	Systém přípravy TV v budově	Energ - nositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na přípravu teplé vody	Jmenovitý příkon pro ohřev TV	Objem zásobník u TV	Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen}$ nebo $COP_{W,gen}$	Měrná tepelná ztráta zásobníku teplé vody $Q_{W,st}$	Měrná tepelná ztráta rozvodů teplé vody $Q_{W,dis}$
	[-]	[-]	[%]	[kW]	[litry]	[%]/[-]	[Wh/(l·den)]	[Wh/(m·den)]
Z1-obytná	centrálny	CZT s více jak 80% OZE	100,0	100,0	4 000	99,0	2,8	112,8

b.5.b) požadavky na účinnost technického systému k přípravě teplé vody				
Hodnocená budova / zóna	Typ systému k přípravě teplé vody	Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen}$ nebo $COP_{W,gen}$	Účinnost referenčního zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen,rq}$ nebo $COP_{W,gen}$	Požadavek splněn
	[-]	[%]/[-]	[%]/[-]	[ano/ne]
Z1-obytná	centrálny	99,0	85,0	ANO

Poznámka

Hodnocení splnění požadavku ve sloupci Splněno je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 od st. 2 písm. c).

b.6) osvětlení				
Hodnocená budova / zóna	Typ osvětlovací soustavy	Pokrytí dílčí potřeby energie na osvětlení	Celkový elektrický příkon osvětlení budovy	Průměrný měrný příkon pro osvětlení vztažený k osvětlenosti zóny PL_{lx}
	[-]	[%]	[kW]	[W/(m ² ·lx)]
Referenční budova	x	x	x	0,23
Z1 - obytná	Z1 - obytná	100,0	0,645	0,05
Z2 - schodisko	Z2 - schodisko	100,0	0,068	0,05
Budova celkem			0,714	

Energetická náročnost hodnocené budovy**a) seznam uvažovaných zón a dílčí dodané energie v budově**

Hodnocená budova zóna	Vytápění EP _H	Chlazení EP _C	Nucené větrání EP _F		Příprava teplé vody EP _W	Osvětlení EP _L	Výroba z OZE nebo kombinované výroby elektřiny a tepla	
			NV1	NV2			OZE I	OZE E
Zóna 1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zóna 2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Nucené větrání NV1 - bez úpravy
: vlhčením NV2 - s úpravou vlhčením

Výroba z OZE : OZE I - pro budovu OZE E - i dobývku mimo budovu

b) dílčí dodané energie

	Budova	Potřeba energie	Vypočtená spotřeba energie	Pomocná energie	Dílčí dodaná energie	Měrná dílčí dodaná ener. na celkovou energeticky vztažnou plochu AE
		[kWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/(m ² ·rok)]
Vytápění	Referenční	105 855	259 237	0	259 237	100,6
	Hodnocená	376 663	392 327	0	392 327	152,3
Chlazení	Referenční	0	0	0	0	0,0
	Hodnocená	0	0	0	0	0,0
Větrání	Referenční			0	0	0,0
	Hodnocená			0	0	0,0
Úprava vzduchu	Referenční			0	0	0,0
	Hodnocená			0	0	0,0
Příprava TV	Referenční	61 451	116 439	0	116 439	45,2
	Hodnocená	61 451	89 158	0	89 158	34,6
Osvětlení	Referenční	9 580	9 580	0	9 580	3,7
	Hodnocená	1 997	1 997	0	1 997	0,8

c) výroba energie umístěná v budově, na budově nebo na pomocných objektech

Typ výroby	Využitelnost vyrobené energie	Vyrobená energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
jednotky		[kWh/rok]	[-]	[-]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
Kogenerační jednotka EP _{CHP} - teplo	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Kogenerační jednotka EP _{CHP} - elektřina	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Fotovoltaické panely EP _{PV} - elektřina	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Solární termické systémy Q _{H,sc,sys} - teplo	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Jiné	Budova					
	Dodávka mimo budovu					

d) rozdělení dílčích dodaných energií, celkové primární energie a neobnovitelné primární energie podle energonositelů

Ergonositel	Dílčí vypočtená spotřeba energie/ Pomocná energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
	[kWh/rok]	[-]	[-]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
Elektřina ze sítě	1 997	3,2	3,0	6 390	5 990
CZT s více jak 80% OZE	481 484	1,1	0,1	529 633	48 148
Celkem	483 481	x	x	536 022	54 139

e) požadavek na celkovou dodanou energii

(6)	Referenční budova	[kWh/rok]	385 256,7	Splněno (ano/ne)	NE
(7)	Hodnocená budova		483 481,1		
(8)	Referenční budova	[kWh/(m ² ·rok)]	149,5		
(9)	Hodnocená budova		187,7		

f) požadavek na neobnovitelnou primární energii

(10)	Referenční budova	[kWh/rok]	428 725,4	Splněno (ano/ne)	ANO
(11)	Hodnocená budova		54 138,6		
(12)	Referenční budova	[kWh/(m ² ·rok)]	166,4		
(13)	Hodnocená budova		21,0		

g) primární energie hodnocené budovy

(14)	Celková primární energie	[kWh/rok]	536 022,3
(15)	Obnovitelná primární energie	[kWh/rok]	481 883,7
(16)	Využití obnovitelných zdrojů energie z hlediska primární energie	[%]	89,9

**Stanovení doporučených opatření
pro snížení energetické náročnosti budovy**

Popis opatření			
	Předpokládaná dodaná energie	Předpokládaná úspora celkové dodané energie	Předpokládaná úspora celkové neobnovitelné primární energie
	[MWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
<u>Stavební prvky a konstrukce budovy:</u>			
Zateplenie obvodových stien min. vlna ($\lambda=0,039$) hr.180mm	-	82000	8200
Zateplenie strešnej konštrukcie, EPS 100S ($\lambda=0,037$)	-	35100	3500
	-	0	0
	-	0	0
	-	0	0
	-	0	0
<u>Technické systémy budovy:</u>			
vytápění			
	0,0	0	0
chlazení			
	0,0	0	0
větrání			
	0,0	0	0
úprava vlhkosti vzduchu			
	0,0	0	0
příprava teplé vody			
	0,0	0	0
osvětlení			
	0,0	0	0
<u>Obsluha a provoz systémů budovy:</u>			
	-	0	0
<u>Ostatní</u>			
	-	0	0
	-	0	0
	-	0	0
	-	0	0
<u>Celkem</u>	0	117100	11700

Posouzení vhodnosti doporučených opatření				
Opatření	Stavební prvky a konstrukce budovy	Technické systémy budovy	Obsluha a provoz systémů budovy	Ostatní
Technická vhodnost	Ano	Ano	Ne	Ne
Funkční vhodnost	Ano	Ano	Ne	Ne
Ekonomická vhodnost	Ano	Ano	Ne	Ne
Doporučení k realizaci a zdůvodnění	Pre úsporu spotreby energie oproti pôvodnému stavu je doporučené zatepliť obvodové steny : SO1, SO2, SO3, SO4, SO5, SO6, SO7, SO8, SO9 minerálnou vatou hrúbky 180 mm, $\lambda = 0,039 \text{ W/(m}^{\circ}\text{K)}$, ďalej strešnú konštrukciu SCH1 a SCH2 tepelnou izoláciou EPS 100S hrúbky 300 mm, $\lambda = 0,037 \text{ W/(m}^{\circ}\text{K)}$. Pre výpočet energetickej náročnosti sa uvažujú hodnoty podľa doporučení hodnôt TNI			
Datum vypracování doporučených opatření	10.1.2017			
Zpracovatel navržených doporučených opatření	Bc. Tomáš Fečer			
Energetický posudek	energetický posudek je součástí posouzení navržených doporučených opatření		Ne	
	datum vypracování energetického posudku			
	zpracovatel energetického posudku			

Závěrečné hodnocení energetického specialisty

Nová budova nebo budova s téměř nulovou spotřebou energie	
Splňuje požadavek podle §6 odst.1	
Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	
Větší změna dokončené budovy nebo jiná změna dokončené budovy	
Splňuje požadavek podle §6 odst.2 písm. a)	
Splňuje požadavek podle §6 odst.2 písm. b)	
Splňuje požadavek podle §6 odst.2 písm. c)	
Plnění požadavků na energetickou náročnost budovy se nevyžaduje	
Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	
Budova užívaná orgánem veřejné moci	
Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	
Prodej nebo pronájem budovy nebo její části	
Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	E
Jiný účel zpracování průkazu	
Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	

Identifikační údaje energetického specialisty, který zpracoval průkaz

Jméno a příjmení	Bc. Tomáš Fečer
Číslo oprávnění MPO	
Podpis energetického specialisty	

Evidenční číslo ENEX

Evidenční číslo ENEX	
----------------------	--

Datum vypracování průkazu

Datum vypracování průkazu	10.01.2017
---------------------------	------------

Zdroj informací

Zdroj informací	http://www.mpo-efekt.cz/cz/ekis/i-ekis
-----------------	---

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo: **Dunajská 163/35**

PSČ, místo: **625 00, Brno - Starý Lískovec**

Typ budovy: **Bytový dům**

Plocha obálky budovy: **3409,86 m²**

Objemový faktor tvaru A/V: **0,44 m²/m³**

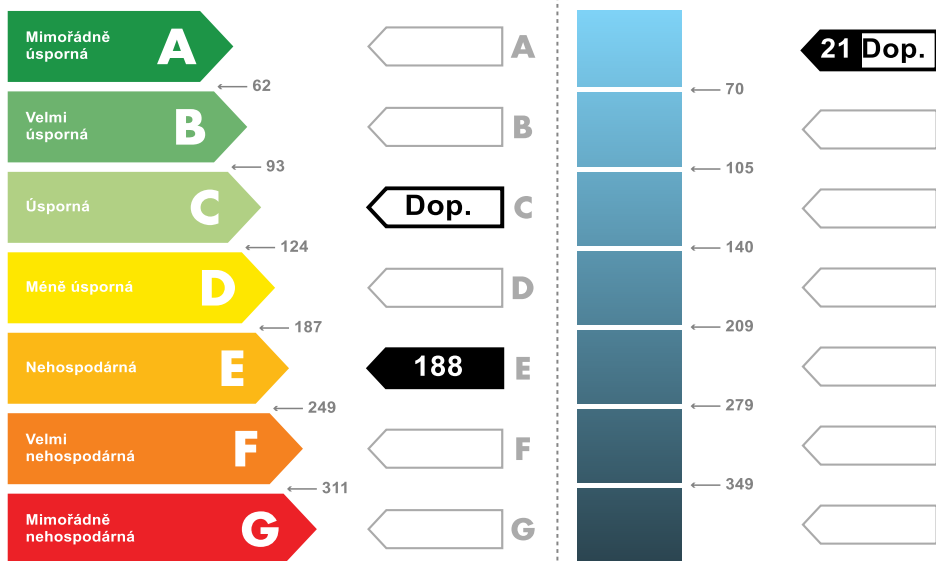
Celková energeticky vztažná plocha: **2576,41 m²**

ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

Celková dodaná energie
(Energie na vstupu do budovy)

Neobnovitelná primární energie
(Vliv provozu budovy na životní prostředí)

Měrné hodnoty kWh/(m²·rok)



Hodnoty pro celou budovu
MWh/rok

483,5

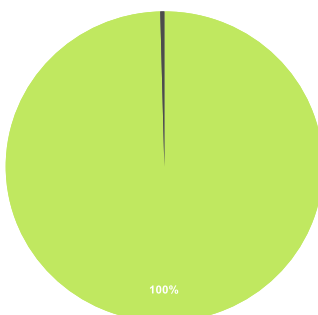
54,1

DOPORUČENÁ OPATŘENÍ

Opatření pro	Stanovena	Popis opatření je v protokolu průkazu a vyhodnocení jejich dopadu na energetickou náročnost je znázorněno šipkou Doporučení
Vnější stěny:	<input checked="" type="checkbox"/>	
Okna a dveře:	<input type="checkbox"/>	
Střechu:	<input checked="" type="checkbox"/>	
Podlahu:	<input type="checkbox"/>	
Vytápění:	<input type="checkbox"/>	
Chlazení / klimatizaci:	<input type="checkbox"/>	
Větrání:	<input type="checkbox"/>	
Přípravu teplé vody:	<input type="checkbox"/>	
Osvětlení:	<input type="checkbox"/>	
Jiné:	<input type="checkbox"/>	

PODÍL ENERGONOSITELŮ NA DODANÉ ENERGII

Hodnoty pro celou budovu
MWh/rok



100%

■ CZT s více jak 80% OZE - 481,5
■ Elektřina ze sítě - 2,0

UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

	Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení
	U_{em} W/(m²·K)	Dílčí dodané energie					
		Měrné hodnoty kWh/(m²·rok)					
Mimořádně úsporná	A						1
	B						
	C					35	
	D						
	E						
	F	152					
Mimořádně neehospodárná	G	1,52					
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok		392,3				89,2	2,0

Zpracovatel: **Bc. Tomáš Fečer**

Kontakt:

Osvědčení č.:

Vyhotoveno dne: **10.01.2017**

Podpis:

C. Aplikácia výpočtovej techniky

14. SketchUp Make 2016

Na vytvorenie vizualizácie modelu pôvodného stavu bytového domu je použitý počítačový program SketchUp Make 2016. Z dobre vytvoreného 3D modelu je možné ľahšie vyčíslenie a spätná kontrola jednotlivých plôch konštrukcií. 3D model je rozdelený na dve zóny a to Z1 – obytná zóna a Z2 – komunikačné priestory a schodisko. Takto vyčíslené plochy konštrukcií boli ďalej použité pri výpočtoch súčiniteľov prestupu tepla U [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$] a výpočte tepelnej straty budovy Q_C [kW].



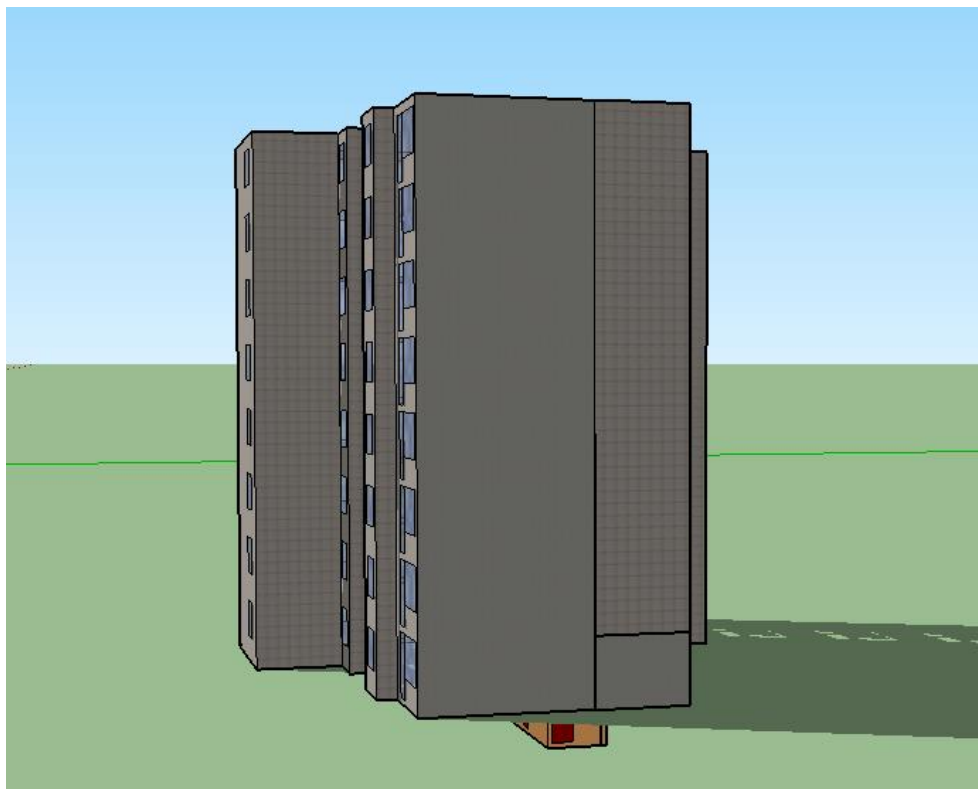
Obr. 14-1 Pohľad južný



Obr. 14-2 Pohľad severný



Obr. 14-3 Pohľad západný



Obr. 14-4 Pohľad východný

15. Protech

Na výpočty súčiniteľov prestupu tepla U [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$] a tepelnej straty budovy Q_c [kW] je použitý počítačový program PROTECH s. r. o. Nový Bór. Výpočty prebiehajú kvazistacionárnou metódou (nie je uvažovaná akumulácia budovy). Ďalším použitým výstupom je preukaz energetickej náročnosti budovy spracovaný podľa zákona č. 406/2000 Sb. Použitý modul počítačové programu je *Tepelný výkon verzie 4. 4. 3.*

16. BSim 2002

16.1. Úvod

Táto kapitola obsahuje podrobnú numerickú simuláciu bytového domu. Numerická simulácia je spravená v programe BSim 2002. Na overenie správnosti modelu a matematických výpočtov, bola vybraná jedna z dodaných faktúr spotreby energie a to konkrétne pre rok 2013.

Okrajové podmienky (exteriér,interiér), geometria modelu, popis jednotlivých častí konštrukcií a ich tepelno- technické vlastnosti sú podrobne popísané v nižšie uvedených kapitolách. Klimatické dáta vonkajšieho prostredia boli vložené z meteorologickej stanice, nachádzajúcej sa v priestoroch Vysokého učenia technického Fakulty Stavebnej v Brne.

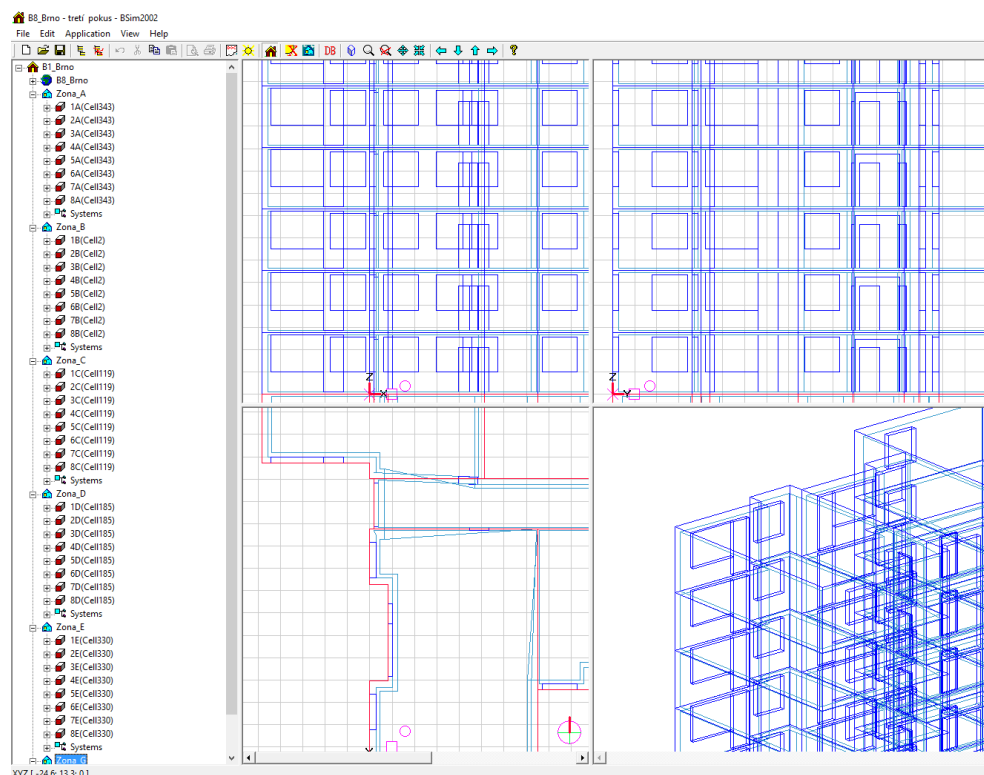
BSim 2002 je počítačový program pre výpočet a analýzu vnútorného prostredia s výpočtom spotreby energie v budovách. Zahŕňa podrobnú numerickú simuláciu vybraného objektu na základe overených matematických vzťahov (sú i voľne prístupné v užívateľskom manuály).

Vybraný objekt sa rozdeľuje na jednotlivé zóny. V každej zóne je možné zadať samostatné okrajové podmienky. V týchto zónach sú nasledovne simulované prevádzkové podmienky a dynamická interakcia medzi jednotlivými technickými zariadeniami budovy , ktoré zahŕňajú :

- vlhkostné bilancie (ľudia, prevádzka budovy a iné),
- energetické toky:
 - vnútorné zisky (ľudia, technické zariadenia budovy, osvetlenie a iné),
 - straty a zisky tepla z a do exteriéru (slnečné žiarenie, infiltrácia cez výplne otvorov, prestup tepla konštrukciami budovy),
- kvalitu vnútorného prostredia (koncentrácia CO₂)

- technické vybavenie budovy s úpravou vnútorného prostredia:
 - kúrenie,
 - chladenie,
 - nútené vetranie.

Zadané parametre sú popísané v nižšie v kapitolách.



Obr. 16-1 Pracovná plocha programu

16.2. Konštrukcie bytového domu

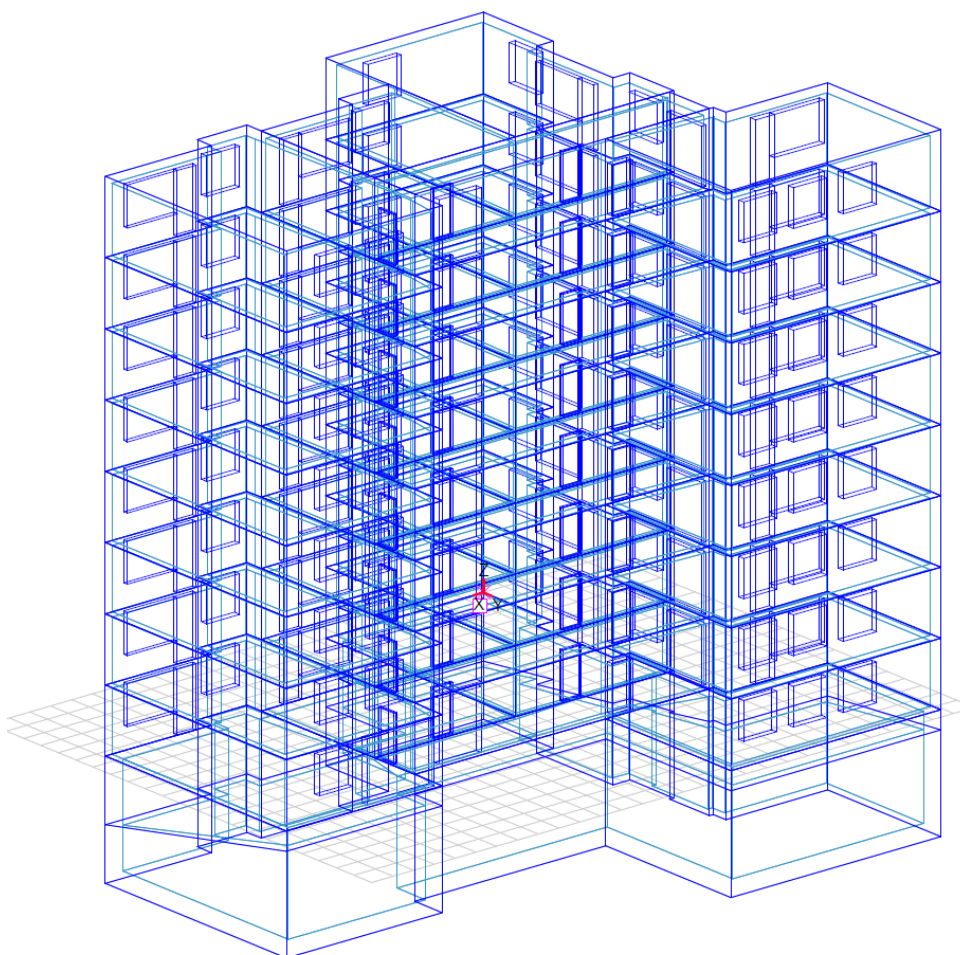
Pri zadávaní konštrukcií v programe BSim 2002, som zadával tepelno - technické vlastnosti skladieb konštrukcií rovnaké ako v programe spoločnosti PROTECH s. r. o. Nový Bór. Všetky údaje o konštrukciách sú už popísané vyššie v kapitole spracovania energetického auditu bytového domu. Pri sklenených výplniach otvorov som uvažoval s tieniacim súčiniteľom $s = 0,58$ (-). Tento súčiniteľ vyjadruje, aká časť radiácie prechádza sledovaným oknom vzhľadom ku štandardnému jednoduchému oknu.

16.3. Geometria, zóny bytového domu a okrajové podmienky

16.3.1. Geometria

Geometria bytového domu bola spravená na základe dodaných stavebných výkresov, zo zaokrúhľovaním rozmerov jednotlivých častí konštrukcií na jednu desatinu metra (0,1m). Obvodové steny boli zadávané na ich vonkajší

rozmer pričom vnútorné steny , podlahy a stropy boli zadávané na osu.



Obr. 16-2 3D geometria modelu bytového domu

16.3.2. Zóny bytového domu






Bytový dom je rozdelený do piatich zón, ktoré sú vedľa seba po celej výške budovy:

- zóny A až D sú obytné priestory.
- zóna E zahŕňa komunikačné priestory (chodba a schodisko),
- Zóna F zahŕňa technický suterén s inštalačným podlažím

Každá zóna (okrem zóny F) je ešte rozdelená na jednotlivé byty (bunky) po podlažiach číslované od jedna až po osem.



Obr. 16-3 Rozdelenie typického podlažia na zóny

	Zóna A (20 °C)		Zóna D (20°C)
	Zóna B (20 °C)		Zóna E (15 °C)
	Zóna C (20 °C)		

16.3.3. Zadané okrajové podmienky jednotlivých zón

V zónach je modelované vykurovanie, infiltrácia a pobyt osôb. Zisky od osvetlenia sa zanedbávajú. V zóne E a F sa nepočíta s pobytom ľudí. Je tu uvažovaná len zníženia infiltrácia výplňami otvorov.

16.3.3.1. Podrobne zadané okrajové podmienky Zóny A

Vykurovanie:

Obr. 16-4 Zadávané hodnoty pri vykurovaní

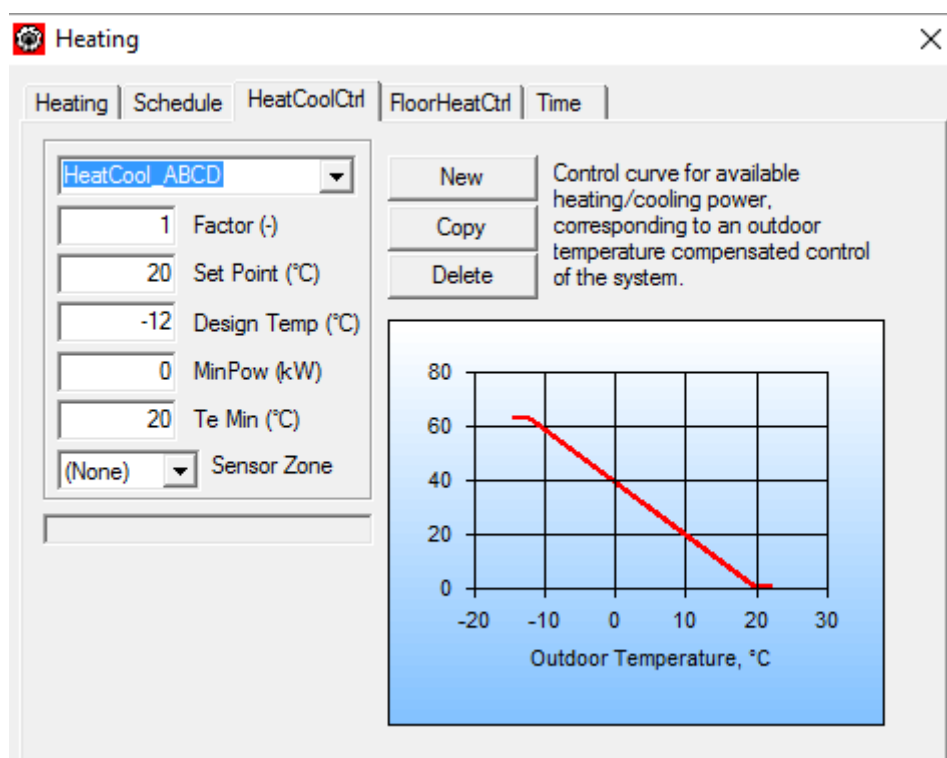
MaxPow (kW) - znamená maximálny výkon všetkých vykurovacích telies pri zadanej vonkajšie teplote t_e (Design Temp.). Zadaná hodnota **63 kW**

Fixed Part (-) pri vykurovaní uvažovaná strata v rozvodoch tepla

Zadaná hodnota **0 (-)**

Part to Air (-) podiel konvekčnej zložky vykurovacieho systému

Zadaná hodnota **0,6 (-)**



Obr. 16-5 Zadávané hodnoty při vykurování - ekvitemná krivka

Set point (°C) – návrhová vnútorná teplota , zadaná hodnota $t_i = 20\text{ °C}$

Design Temp (°C) – návrhová vonkajšia teplota , zadaná hodnota $t_i = -12\text{ °C}$

MinPow (kW) – uvažovaný minimálny vykurovací výkon, súvisí s reguláciou zdroja tepla. Budove je dodávané teplo cez výmenníkovú stanicu, preto je uvažovaná hodnota **0 kW**.

Te Min. (°C) – udáva vonkajšiu teplotu pri ktorej dostupný minimálny vykurovací výkon *MinPow (kW)*. Zadaná hodnota **20 °C**

Obr. 16-6 Prevádzková doba vykurovania

V ďalšom okne je zadávaná časový profil vykurovacieho systému. Predpokladá sa odstavka iba cez letné mesiace a to Jún, Júl a August.

Infiltrácia (vetranie):

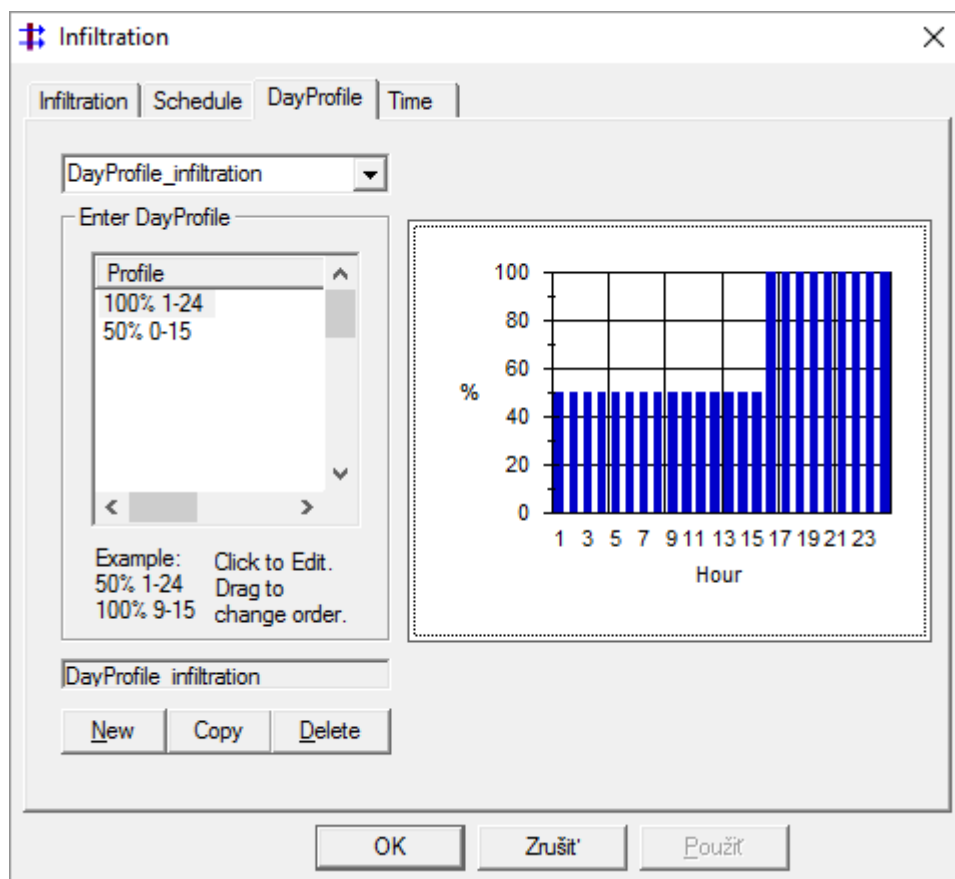
Vetranie je uvažované ako prirodzené. Bytový dom nemá nútené vetranie.

Obr. 16-7 Vstupné parametre pre zadanie vetrania zóny A

Basic AirChange h^{-1} – základná uvažovaná výmena vzduchu zóny za hodinu.

Ďalej je upravovaná podľa časové profilu obsadenosti budovy .

TmpPower – je veľkosť teplotného rozdielu, volená hodnota podľa odporúčenia programu **0,5 (-)**



Obr. 16-8 Denný profil prirodzeného vetrania s infiltráciou

Bola uvažovaný profil vetrania

Od 0 do 15 hodiny – 50 % zo základnej výmeny vzduchu ($0,5 h^{-1}$)

Od 15 do 24 hodiny zo 100 % zo základnej výmeny vzduchu ($1,0 h^{-1}$).

Tento profil je uvažovaný za celý rok. V lete býva obytná zóna vetraná viac ako v zime, preto boli zadané priemerné hodnoty vetrania pre celý rok.

The screenshot shows the 'Infiltration' software interface. The 'Time' tab is selected, displaying a 'Time infiltration' dropdown menu. Below this, there are four main sections for configuring the infiltration profile:

- Month:** A list of months from January to December, each with a checked checkbox and a button (All, Clear, Invert, or Heating).
- Week:** A grid of days from 01 to 36, each with a checked checkbox and a button (All, Clear, or Invert).
- Day:** A grid of days from Mo to Th, each with a checked checkbox and a button (All, Clear, Invert, or Work).
- Hour:** A grid of hours from 01 to 24, each with a checked checkbox and a button (All, Clear, Invert, or Work).

At the bottom of the window are three buttons: 'OK', 'Zrušit', and 'Použít'.

Obr. 16-9 Časový profil vetrání

Ako je možné vidieť na obrázku vyššie, prirodzené vetranie je uvažované celoročne.

Pobyt osôb

Number of People (ks) – počet osôb v uvažovanej zóne. Zadaná hodnota **32**.

Heat Gen.(kW) – tepelný zisky od zadaného počtu ľudí. Vypočítaná hodnota programom **3,2 kW**. Na jednu osobu sa počíta tepelný zisk 100 W

Moist. Gen. kg/h – vlhkostné zisky generované pobytom ľudí v danej zóne. Vypočítaná hodnota programom **1,21 kg/h**. Na jednu osobu sa počíta s vlhkostným ziskom 0,06 (kg/h).

Vo výpočtoch boli brané do úvahy hodnoty ziskov tepla vlhkosti pre dospelé osoby.

Obr. 16-10 Zadávanie počtu osôb

16.3.3.2. Zadané okrajové podmienky všetkých zón

Tab. 16-1 Zadané okrajové podmienky jednotlivých zón

Ozn. zóny	Vykurovanie			Vetranie		Pobyt osôb
	MaxPow	Design Temp	Set point	Denný profil	Násobnosť výmeny vzduchu	Počet osôb
	[kW]	t_e [°C]	t_i [°C]	(h) (%)	$[h^{-1}]$	(ks)
Zóna A	63	-12	20	0 - 15 50%	0,5	32
				15-24 100%	1	
Zóna B	45	-12	20	0 - 15 50%	0,5	32
				15-24 100%	1	
Zóna C	27	-12	20	0 - 15 50%	0,5	16
				15-24 100%	1	
Zóna D	45	-12	20	0 - 15 50%	0,5	32
				15-24 100%	1	
Zóna E	20	-12	15	0-24 - 100%	0,2	(-)
Zóna F	(-)	(-)	(-)	0-24 - 100%	0,2	(-)

Hodnoty $T_{e\ Min.}\ (^{\circ}C)$ a $MinPow\ (kW)$, denné profily a ročné profily vykurovania a vetrania sú pre zóny B, C, D, E rovnaké ako v zóne A. V zóne F sa neuvažujú hodnoty $T_{e\ Min.}\ (^{\circ}C)$ a $MinPow\ (kW)$, pretože nie je vykurovaná.

16.3.4. Zadané okrajové podmienky exteriéru

Ako už bolo vyššie popísané, použité ročné klimatické dáta vonkajšieho prostredia pre rok 2013, boli do programu Bsim 2002 vložené z meteorologickej stanice, nachádzajúcej sa v areáli Fakulty stavebnej VUT v Brne. Na výpočet sú nutné hodinové záznamy a to :

- vonkajšej teploty ($^{\circ}C$),
- relatívnej vlhkosti (%),
- atmosférického tlaku (nie prepočítané na hladinu mora) (kPa, bar)
- smer a rýchlosť prúdenia vetra ($m \cdot s^{-1}$, $km \cdot h^{-1}$),
- intenzitu dopadajúceho slnečného žiarenia ($W \cdot m^{-2}$)

16.4. Výpočet a výstupy z programu BSim 2002

16.4.1. Výpočet

Výpočet numerickej simulácie trval 5 hodín. Bolo spočítaných 5296 časových krokov za hodinu.

16.4.2. Výstupy

Výstupy z výpočtov v programe BSim 2002 sú graficky a číselne popísané len pre zónu A. Z ostatných zón sú výsledky popísané číselne v tabuľkách.

16.4.2.1. Výsledky numerickej simulácie pre zónu A

Maximálna potreba tepla na vykurovanie ($q_{heating}$) je **80,39 MWh/r**

Vetraním ($q_{infiltration}$) dochádza k strate tepla **32,65 MWh /r**

Zisky tepla zo slnečnej radiácie (q_{SunRad}) sú **13,27 MWh/r**

Zisky od pobytu osôb sú **27,78 MWh/r**

Straty prestupom tepla konštrukciami ($q_{Transmission}$) sú **83,78 MWh/r**

Priemerná vonkajšia teplota ($t_{Outdoor\ mean}$) je **10,4 °C**

Priemerná vnútorná operatívna teplota ($t_{Op\ mean}$) je **21,7 °C**

Priemerná vnútorná relatívna vlhkosť (*Rel. Moisture*) je **40,8 %**

Priemerná vnútorná výmena vzduchu je **0,7 h⁻¹**

Priemerná koncentrácia oxidu uhličitého (CO_2) je **1128,0 ppm** čo predstavuje **2,03 g/m³**

Vedľajšie hodnoty sú výsledkami jednotlivých mesiacov.

Options Moisture Simulation HeatBalance Parameters Tables						
2013	Month	Hours	Zona_A			
Zona_A	Sum/Mean	1 (31 days)	2 (28 days)	3 (31 days)	4 (30 days)	5 (31 days)
qHeating	80388,88	17102,28	13369,30	12958,75	4776,86	1096,06
qCooling	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
qInfiltration	-32654,57	-5224,60	-4309,21	-4505,20	-2208,82	-1482,40
qVenting	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
qSunRad	13272,76	619,89	864,54	1315,78	1350,46	1184,71
qPeople	22776,00	1934,40	1747,20	1934,40	1872,00	1934,40
qEquipment	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
qLighting	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
qTransmissic	-83783,07	-14431,97	-11671,82	-11703,73	-5790,51	-2732,77
qMixing	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
qVentilation	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sum	-0,00	0,00	0,00	-0,00	-0,00	0,00
tOutdoor me	10,4	-0,8	1,0	2,0	11,1	14,8
tOp mean	21,7	20,0	20,0	20,0	20,6	21,0
AirChange/h	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Rel. Moistur	40,8	28,2	29,8	28,9	39,8	52,5
Co2(ppm)	1128,0	1131,5	1131,6	1131,7	1130,4	1129,1

Obr. 16-11 Výsledky výpočtov pre zónu A

6 (30 days)	7 (31 days)	8 (31 days)	9 (30 days)	10 (31 days)	11 (30 days)	12 (31 days)
552,83	0,00	0,00	1561,59	4841,27	9792,22	14337,71
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-1105,04	-885,46	-1337,33	-1538,25	-2234,56	-3376,54	-4447,17
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1163,14	1552,82	1428,25	1228,90	1207,71	857,74	498,80
1872,00	1934,40	1934,40	1872,00	1934,40	1872,00	1934,40
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-2482,94	-2601,76	-2025,32	-3124,25	-5748,83	-9145,42	-12323,74
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	-0,00	-0,00	0,00	-0,00
18,7	23,0	21,5	14,4	10,9	6,0	2,3
23,6	27,0	27,3	21,0	20,0	20,0	20,0
0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
53,1	42,4	41,4	51,5	50,0	39,5	33,1
1123,9	1118,1	1117,6	1129,1	1130,9	1131,2	1131,4

Obr. 16-12 Výsledky výpočtov pre zónu A

Maximálna tepelná strata je podľa numerickej simul 16.1.2013 o 16 hodine a to **36,577 kW**.

Z toho je :

- **13,088 kW** je strata vetraním
- **27,306 kW** je strata prestupom tepla konštrukciami
- **3,2 kW** sú tepelný zisky od ľudí
- **0,617 kW** sú tepelný zisky slnečnou radiáciou

Options Moisture Simulation HeatBalance Parameters Tables				
Day	(None)	←	→	Values
Sunday 27.1.2013	Min	Mean	Max	
qHeating(Zona_A)kW	26,165	31,205	36,577	16
qInfilt(Zona_A)kW	-13,088	-9,194	-6,652	36,577
qPeople(Zona_A)kW	1,600	2,600	3,200	-13,088
qTransmis(Zona_A)kW	-27,306	-24,971	-22,168	3,200
qSunRad(Zona_A)kW	0,000	0,360	2,307	-27,306
				0,617

Obr. 16-13 Výsledky výpočtov pre zónu A

16.4.2.2. Výsledky numerickej simulácie pre všetky zóny

Tab. 16-2 Výsledky výpočtov jednotlivých zón

Ozn. zóny		Zóna A	Zóna B	Zóna C	Zóna D	Zóna E	Zóna G
Potreba tepla na vykurovanie	$Q_{vyk,p}$ [MWh/r]	80,39	76,69	41,6	55,26	98,77	0
Maximálna strata tepla	$Q_{T,i}$ [kW]	36,577	37,149	20,928	27,737	2,322	1,44
Strata vetraním	Q_{vm} [MWh/r]	32,65	37,94	21,36	33,29	3,76	3,069
Zisky tepla zo slnečnej radiácie	Q_{sr} [MWh/r]	13,27	15,29	17,52	21,44	7,01	0
Zisky z pobytu osôb	Q_L [MWh/r]	27,78	22,78	11,39	22,78	0	0
Straty prestupom tepla konštrukciami	Q_k [MWh/r]	83,78	79,82	37,76	66,19	3,35	3,069
Priemerná vonkajšia teplota	t_e [°C]	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4
Priemerná vnútorná operatívna teplota	t_{op} [°C]	21,7	21,8	21,8	21,9	19,8	15
Priemerná vnútorná relatívna vlhkosť	φ [%]	40,8	39,5	32,5	40	35,9	48,1
Priemerná vnútorná výmena vzduchu	n [h ⁻¹]	0,7	0,7	0,7	0,7	0,2	0,2
Priemerná koncentrácia CO ₂	[ppm]	1128	1057,8	985	1091,3	600	600
	[g/m ³]	2,03	1,904	1,773	1,964	1,08	1,08

Tab. 16-3 Súhrn vypočítaných energií

	Spotreba tepla na vykurovanie		Solárne zisky		Strata vetraním		Zisky s pobytu osôb	
	MWh/r	GJ	MWh/r	GJ	MWh/r	GJ	MWh/r	GJ
Súčet zón A,B,C,D, E,F	257,04	925,3	74,54	268,3	132,07	475,5	257,04	925,3

Celková ročná potreba tepla na vykurovanie bytového domu je $Q_{vyk,p} = 257,036 \text{ MWh}$ čo predstavuje **925,3 GJ**

17. Porovnanie výsledkov numerickej simulácie s reálnou spotrebou bytového domu

Ročná spotreba tepla na vykurovanie bytového domu v roku 2013 bola podľa faktúry **1021 GJ**.

Vypočítaná spotreba tepla podľa numerického modelovania v programe BSim 2002 je **925,3 GJ**.

Rozdiel medzi reálnou a vypočítanou spotrebou tepla je **9,37 %**. Je teda možné povedať, že vytvorený model a jeho jednotlivé časti (technické zariadenia budovy, počet osôb, vetranie) dobre popisujú reálne užívanie bytového domu.

18. Závěr

V diplomovej práci je riešená problematika úspor jednotlivých variánt, ktoré sú súčasťou energetického auditu. Ako prvý sa popíše a vyhodnotí technický stav vybavenia objektu a tepelno – technické vlastnosti jednotlivých častí konštrukcií. Nasledovne sú navrhnuté opatrenia, z ktorých sa vytvárajú varianty. Tieto varianty sa ďalej hodnotia podľa ekonomického a ekologického hľadiska. Tak je vybraná najúspornejšia varianta, ktorá je doporučená k realizácii.

V poslednej časti diplomovej práce je riešené numerické simulovanie bytového domu. To poskytuje predstavu o užívaní bytového domu.

Diplomová práca bola spracovaná podľa príslušných noriem, vyhlásiek a zákonov.

19. Zoznam použitých skratiek a symbolov

d	hrúbka vrstvy konštrukcie	[m]
λ	súčiniteľ tepelnej vodivosti	[W·m ⁻¹ ·K ⁻¹]
U	súčiniteľ prestupu tepla	[W·m ⁻² ·K ⁻¹]
$U_{n,20}$	požadovaná hodnota súčiniteľu prestupu tepla	[W·m ⁻² ·K ⁻¹]
$U_{REC,20}$	doporučená hodnota súčiniteľu prestupu tepla	[W·m ⁻² ·K ⁻¹]
η_0	účinnosť obsluhy	[-]
η_r	účinnosť rozvodov	[-]
D	počet dennostupňov	[-]

Zoznam použitých tabuliek

20. Zoznam použitej literatúry

Zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií.

Vyhláška č. 480/2012 Sb. Ministerstvo průmyslu a obchodu České republiky ze dne 20. prosince 2012 o energetickém auditu a energetickém posudku

NZU.2016. 3. *Výzva pro rodinné domy - obecné informace*. [online]. [cit.16-10-20] Dostupné na internete: <<http://www.novazelenausporam.cz/zadatele-o-dotaci/rodinne-domy/3-vyzva-rodinne-domy/>>

SFZP ČR. 2016. *Kotlíkové dotace*. [online]. [cit.16-10-25] Dostupné na internete: <<https://www.sfzp.cz/sekce/815/kotlikove-dotace/>>

NZU.2016. 3. *Výzva pro bytové domy - obecné informace*. [online]. [cit.16-10-20] Dostupné na internete: <<http://www.novazelenausporam.cz/zadatele-o-dotaci/bytove-domy/3-vyzva-pro-bytove-domy/>>

NZU.2016. 2. *Výzva pro bytové domy - obecné informace*. [online]. [cit.16-10-21] Dostupné na internete: <<http://www.novazelenausporam.cz/zadatele-o-dotaci/bytove-domy/2-vyzva-bytove-domy/>>

SFZP ČR. 2017. *170 milionů na energeticky úsporné renovace veřejných budov*. [online]. [cit.17-01-10] Dostupné na internete: <<https://www.sfzp.cz/clanek/193/3187/170-milionu-na-energeticky-uspornе-renovace-verejnych-budov/>>

OPPIK.2016. *Úspory energie*. [online]. [cit.16-12-10] Dostupné na internete: <<http://www.oppik.cz/dotacni-programy/uspory-energie>>

DANEŠOVÁ, D. 2013. *BREEAM a LEED – Certifikace z hlediska udržitelného rozvoje*. [online]. [cit.16-12-11] Dostupné na internete: <<https://atelier-dek.cz/breeam-leed-%E2%80%93-certifikace-z-hlediska-udrzitelneho-rozvoje-528>>

Stimulácie budov. 2012. *Certifikácia BREEAM a LEED*. [online]. [cit.16-12-13] Dostupné na internete: <http://www.simulaciebudov.sk/poskytovane_sluzby_2.htm>

DOLEŽÍLKOVÁ, H. 2007: *Rezidenční mikroprostředí*. Disertační práce. ČVUT, Fakulta stavební, Katedra TZB. Dostupné na internete:<

<http://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-bytovych-domu/6181-vetrani-panelovych-domu-opatreni-a-jejich-limity>

MAURER, Karel et al., 2007. *Vzduchotechnická zařízení pro 3. a 4. ročník SPŠ stavebních studijního oboru TZB*. Nakladatelství Sobotáles, str. 380. ISBN: 978-80-86817-21-0

SZÉKYOVÁ, M.-FERSTL, K.-NOVÝ, R.: *Větrání a klimatizace*. Bratislava: Vydavateľstvo JAGA group, 2006, 359 s. ISBN 80-8076-037-3

DOLEŽÍKOVÁ, Hana - PAPEŽ, Karel. 2005, [cit. 2016-10-25]: Příspěvek k problematice bytového větrání-množstvovětracího vzduchu, vznikající škodliviny. *Topenářství instalace*, 2005/1, s. 40., ISSN 1211-0906 Dostupné na internetu: < <http://www.topin.cz/download.php?idx=70728&di=7> >

ČÚZK. 2016. *Nahlížení do katastru nemovitostí*. [online]. [cit. 16-12-28] Dostupné na internetu: <<http://sgi.nahlizenidokn.cuzk.cz/marushka/default.aspx?themeid=3&MarExtent=-990320.44597457629%20-1239836%20-346646.55402542371%20-923033&MarWindowName=Marushka>>

„Google Maps.“ *Google.cz/maps* [online]. [citace 2016-12-10]. Dostupné z: [https://www.google.sk/maps/place/Dunajsk%C3%A1+163%2F35,+625+00+Brno-](https://www.google.sk/maps/place/Dunajsk%C3%A1+163%2F35,+625+00+Brno-Star%C3%BD+L%C3%ADskovec,+%C4%8Cesk%C3%A1+republika/@49.1694586,16.5554252,17z/data=!4m5!3m4!1s0x471295e88f42e321:0x49a17d07c273930d!8m2!3d49.1694551!4d16.5576139)

[Star%C3%BD+L%C3%ADskovec,+%C4%8Cesk%C3%A1+republika/@49.1694586,16.5554252,17z/data=!4m5!3m4!1s0x471295e88f42e321:0x49a17d07c273930d!8m2!3d49.1694551!4d16.5576139](https://www.google.sk/maps/place/Dunajsk%C3%A1+163%2F35,+625+00+Brno-Star%C3%BD+L%C3%ADskovec,+%C4%8Cesk%C3%A1+republika/@49.1694586,16.5554252,17z/data=!4m5!3m4!1s0x471295e88f42e321:0x49a17d07c273930d!8m2!3d49.1694551!4d16.5576139)

ČSN 73 0540-2. 2011. Tepelná ochrana budov - Část 2

Tabulky a výpočty – finanční kalkulátor pro hodnocení ekonomické efektivity investic. *Tzb-info.cz* [online]. [citace 2016-12-29]. Dostupné na internetu: < <http://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/110-financi-kalkulator-pro-hodnoceni-ekonomicke-efektivnosti->

21. Zoznam príloh

Príloha č.1 prehľad nepriesvitných konštrukcií

Príloha č.2 výkres č.215Zvislý rez 1:50/100

Príloha č.3 výkres č.213Pôdorys 1:50

Príloha č.4 výkres č.212Pôdorys 1:50

Príloha č.5 výkres č.211Pôdorys 1:50